

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Silva ALIČ

**VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN
V RAZLIČNIH ORGANIH HRUŠKE
(*Pyrus communis* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Silva ALIČ

**VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V RAZLIČNIH
ORGANIH HRUŠKE (*Pyrus communis* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**SUGARS AND ORGANIC ACIDS CONTENT IN DIFFERENT
ORGANS OF PEAR (*Pyrus communis* L.)**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za sadjarstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poskus je bil izveden v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico diplomskega dela imenovala izr. prof. dr. Metko HUDINA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: izr. prof. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Robert VEBERIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Silva ALIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
KD UDK 634.13:631.524.7/.8(043.2)
KG sadjarstvo/hruška/*Pyrus communis*/sladkorji/organske kisline/organi
KK AGRIS F 01
AV ALIČ, Silva
SA HUDINA, Metka (mentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2008
IN VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V RAZLIČNIH ORGANIH HRUŠKE (*Pyrus communis* L.)
TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP IX, 40 str., 3 pregl., 28 sl., 47 ref.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen raziskave je bil ugotoviti razlike v vsebnosti sladkorjev (fruktoza, glukoza, saharoza in sorbitol) in organskih kislin (jabolčna, šikimska, citronska in fumarna) v različnih sortah hruške (*Pyrus communis* L.) ('Viljamovka', 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana') in v različnih organih (cvetovih, odpadlih plodičih, plodovih in listih). Poskus smo izvedli v nasadu v Bistrici ob Sotli v letu 2005. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin smo določali s pomočjo visokoločljivostne tekočinske kromatografije. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin se je razlikovala med sortami. Prav tako smo ugotovili velike razlike v vsebnosti sladkorjev in organskih kislin med različnimi organi. Cvetovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in sorbitola. V cvetovih je pri vseh sortah najbolj zastopana citronska kislina, sledijo ji jabolčna, fumarna in šikimska kislina. V odpadlih plodičih je bilo največ sorbitola. Po zastopanosti je sorbitolu sledila fruktoza, nato saharoza in na koncu še glukoza. Ugotovili smo, da je bilo v odpadlih plodičih več organskih kislin kot v cvetovih. Plodovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in sorbitola, najmanj pa saharoze. Vsebnost skupnih sladkorjev se je v plodovih med rastno dobo povečevala, medtem ko se je vsebnost skupnih kislin zmanjševala. Pomanjkanje padavin in visoke temperature so vplivale na povečano vsebnost sorbitola v plodovih. Primerjave vrednosti fruktoze v plodovih in listih kažejo, da gre za obratno sorazmerje: ko je v plodu največ fruktoze, jo je v listih najmanj. Enako je tudi pri saharozi: ko jo je v listih največ, jo je v plodovih najmanj. Malo drugače je pri sorbitolu: ko ga je v plodovih največ, ga je tudi v listih največ.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Vs
DC UDC 634.13:631.524.7/.8(043.2)
CX fruit growing/hruška/*Pyrus communis*/sugars/organic acids/organs
CC AGRIS F 01
AU ALIČ, Silva
AA HUDINA, Metka (supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
TI SUGARS AND ORGANIC ACIDS CONTENT IN DIFFERENT ORGANS OF PEAR
(*Pyrus communis* L.)
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO IX, 40 p., 3 tab., 28 fig., 47 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The aim of this research was to identify differences in the content of sugars (fructose, glucose, sorbitol and sucrose) and organic acids (malic, shikimic, citric and fumaric) in different cultivars of pear (*Pyrus communis* L.) ('Williams', 'Bosc' and 'Passe Crassane') and in various organs (flowers, dropped fruits, fruits, and leaves). The experiment was carried out in pear orchard at Bistrica ob Sotli in 2005. The content of sugars and organic acids were measured with High Performance Liquid Chromatography. The content of sugars and organic acids distinguished between observed cultivars. We also found significant differences in sugars and organic acids content between the different organs. Flowers contained on average the highest amounts of fructose and sorbitol. The most represented acid in flowers of all cultivars was citric acid, followed by malic, fumaric and shikimic acid. In dropped fruits the most abundant was sorbitol, followed by fructose, sucrose, and glucose. We found out that dropped fruits had more organic acids than flowers. Fruits contained the highest content of fructose and sorbitol, and at least sucrose. The content of total sugars in the fruit during the growing season has increased, while the content of total acids decreased. Rainfall deficiency and high temperatures have affected the increased level of sorbitol in fruits. Comparisons of fructose content in fruits and leaves showed that when in fruits the content of fructose was the highest, the content in leaves was the lowest. The same was notice also at sucrose. A little different picture was at sorbitol. When it reached in a maximum in fruits, it was also the highest in leaves.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 NAMEN RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KLIMATSKE RAZMERE ZA HRUŠKE	2
2.2 CVET IN PLOD	2
2.3 KAKOVOST SADJA	3
2.4 KEMIČNA SESTAVA PLODOV	3
2.4.1 Ogljikovi hidrati	4
2.4.1.1 Fruktaza	5
2.4.1.2 Glukoza	5
2.4.1.3 Saharoza	5
2.4.1.4 Sorbitol	5
2.4.2 Organske kisline	7
2.4.2.1 Jabolčna kislina	7
2.4.2.2 Citronska kislina	7
2.4.2.3 Fumarna kislina	7
2.4.2.4 Šikimska kislina	8
2.4.3 Vitamini	8
2.4.4 Mineralna hranila	8
2.4.5 Rastlinska barvila	9
2.4.6 Aroma sadnih rastlin	9
2.5 SPREMEMBE MED RAZVOJEM PLODOV	9
2.5.1 Spreminjanje ogljikovih hidratov in organskih kislin	10
2.5.2 Barva plodov	11
2.5.3 Sprememba aromatičnih snovi	11
3 MATERIAL IN METODE DE LA	12
3.1 LOKACIJA	12
3.1.1 Značilnosti tal	12
3.1.2 Klimatske razmere	12
3.2 MATERIAL	14
3.2.1 Sorta 'Viljamovka'	14

3.2.2	Sorta 'Boskova steklenka'	15
3.2.3	Sorta 'Passa crassana'	16
3.2.4	Podlaga kutina MA	16
3.3	MEDOTE DELA	17
3.3.1	Priprava vzorca	17
3.3.2	Uporabljena HPLC oprema	17
3.3.3	Določanje sladkorjev s HPLC	17
3.3.4	Določanje organskih kislin s HPLC	18
3.3.5	Standardi	18
3.3.6	Statistična analiza	18
4	REZULTATI	19
4.1	VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V CVETOVIH	19
4.2	VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V ODPADLIH PLODIČIH	21
4.3	VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH	25
4.4	VSEBNOST SLADKORJEV V LISTIH	28
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	30
5.1	RAZPRAVA	30
5.1.1	Sladkorji	31
5.1.1.1	Cvetovi	31
5.1.1.2	Odpadli plodiči	31
5.1.1.3	Plodovi	31
5.1.1.4	Listi	32
5.1.2	Organske kisline	33
5.1.2.1	Cvetovi	33
5.1.2.2	Odpadli plodiči	33
5.1.2.3	Plodovi	34
5.2	SKLEPI IN PRIPOROČILA	35
6	POVZETEK	36
7	VIRI	37
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	Str.
Preglednica 1: Standardna analiza tal z vsebnostjo posameznih elementov; Bistrica ob Sotli, 2005.	12
Preglednica 2: Povprečne mesečne in letne temperature zraka (°C) ter med rastno dobo za obdobji 1961 – 1990 in 1991-2007 ter za leto 2005 za Hidrometeorološko postajo Celje in Bizeljsko (Mesečni bilten..., 2005, 2006, 2007; Klimatski podatki..., 2008; Podatki za nekatere..., 2008).	13
Preglednica 3: Povprečne mesečne in letne količine padavin (mm) ter med rastno dobo za obdobji 1961 – 1990 in 1991-2007 ter za leto 2005 za Hidrometeorološko postajo Celje in Bizeljsko (Mesečni bilten..., 2005, 2006, 2007; Klimatski podatki..., 2008; Podatki za nekatere..., 2008).	14

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Sinteza sorbitola v listih in presnova sorbitola v plodovih (Loesher, 1987).	6
Slika 2: Plod hruške sorte 'Viljamovka'.	15
Slika 3: Plod hruške sorte 'Boskova steklenka'.	15
Slika 4: Plod hruške sorte 'Passa crassana'.	16
Slika 5: Povprečna vsebnost saharoze, glukoze, fruktoze, sorbitola in skupnih sladkorjev v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	19
Slika 6: Povprečna vsebnost jabolčne in citronske kisline v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	20
Slika 7: Povprečna vsebnost šikimske kisline v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	20
Slika 8: Povprečna vsebnost fumarne kisline v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	21
Slika 9: Povprečna vsebnost saharoze, glukoze, fruktoze, sorbitola in skupnih sladkorjev v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	22
Slika 10: Povprečna vsebnost jabolčne in citronske kisline v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	23
Slika 11: Povprečna vsebnost šikimske kisline v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	23
Slika 12: Povprečna vsebnost fumarne kisline v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	24
Slika 13: Povprečna vsebnost skupnih kislin v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.	24
Slika 14: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	25
Slika 15: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	25
Slika 16: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	25

Slika 17: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	25
Slika 18: Povprečna vsebnost skupnih sladkorjev v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	26
Slika 19: Povprečna vsebnost citronske kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	27
Slika 20: Povprečna vsebnost jabolčne kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	27
Slika 21: Povprečna vsebnost šikimske kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	27
Slika 22: Povprečna vsebnost fumarne kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	27
Slika 23: Povprečna vsebnost skupnih kislin v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	27
Slika 24: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	28
Slika 25: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	28
Slika 26: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	28
Slika 27: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	28
Slika 28: Povprečna vsebnost skupnih sladkorjev v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.	29

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

V Sloveniji se hruškovi nasadi zmanjšujejo. Še pred leti je bila na drugem mestu, sedaj pa je na četrtem. Zaradi tega je posebno pomembno posvečati skrb kakovosti sadja in pridelkov. Kakovost sadja pa delimo na zunanjo (videz, velikost, barva, masa,...) in notranjo kakovost (vsebnost sladkorjev in organskih kislin). Kakovost plodov hrušk je odvisna od teksture mesa, sladkosti, kislosti, okusa in barve plodov (Hudina, 1999).

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

V diplomskem delu želimo preveriti naslednje hipoteze:

- sorte se med sabo ločijo tako po vsebnosti sladkorjev kot tudi po vsebnosti organskih kislin,
- posamezni organi pri hruški vsebujejo različne vsebnosti sladkorjev in organskih kislin,
- vsebnost organskih kislin in sladkorjev se med rastno dobo spreminja,
- vsebnost sladkorjev se z razvojem ploda povečuje, vsebnost organskih kislin pa zmanjšuje.

1.3 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je s kemično analizo ugotoviti razlike v vsebnosti sladkorjev in organskih kislin v različnih sortah ('Viljamovka', 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana') in v različnih delih rastlin (cvetovih, odpadlih plodičih, plodovih in listih). Za vsako sorto smo analizirali cvetove, odpadle plodiče, plodove in liste v različnem času med rastno dobo. Vzorci so bili pobrani v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin smo določili s pomočjo HPLC.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KLIMATSKE RAZMERE ZA HRUŠKE

Hruška spada v skupino rastlin, ki potrebujejo veliko svetlobe. Od nje je odvisna fotosinteza in s tem količina in kakovost pridelka. Tudi barva, okus in trpežnost plodov so zelo odvisni od osvetlitve. Intenzivnost osvetlitve se spreminja z geografsko širino, nadmorsko višino, lego (severna in južna pobočja) in bližino večjih vodnih površin, ki odbijajo svetlobo.

Hruška uspeva v zmerno toplem podnebnju. Za nizke zimske temperature ni občutljiva, prenese tudi temperaturo $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Je manj zahtevna glede padavin in dobro prenaša sušna obdobja (Jazbec in sod., 1995).

Poškodbe od pozebe hruške hitreje in bolje regenerirajo kot katerakoli druga sadna vrsta. Ker hruška cveti sorazmerno zgodaj spomladi, 7 do 10 dni pred jablano, je občutljiva za spomladansko pozebo. Cvetovi lahko prenesejo temperature od $-3,5$ do $-2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, v polnem cvetju od $-2,3$ do $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Gliha, 1997).

Hruška uspeva v slabo kislih (pH 5,6 do 6,5), rodovitnih, rahlih in zračnih tleh. Slabo prenaša težka, ilovnata in apnena tla z več kot 3 % apna. Dobro reagira na gnojenje z organskimi gnojili. Zaradi globokih korenin je manj zahtevna za vodo (Jazbec in sod., 1995).

2.2 CVET IN PLOD

Iz generativnega, rodnega brsta hruške se razvije nekaj cvetov in listov, ki so razporejeni vzdolž kratke osi. Posamezni cvetovi tvorijo socvetje (inflorescenca). Posamezni cvetovi se odpirajo od osnove proti vrhu, kar je ravno nasprotno kot pri jablani, kjer se najprej odpre zgornji cvet (kraljevi cvet, king flower). Pri hruškah se prvi v socvetju odpre drugi cvet nad osnovo. Število cvetov v socvetju je pri hruški večje kot pri jablani in znaša v povprečju 6-8 cvetov, pri nekaterih sortah je lahko celo do 14 cvetov v socvetju. Število cvetov v socvetju in njihov izgled so genetsko pogojeni (Gliha, 1997).

Na tvorbo cvetov imajo velik vpliv ogljikovi hidrati. Če ni doseženo zadostno število nodijev do konca rastne dobe, brst ostane vegetativen. To pomeni, da lahko vsak brst postane cvetni brst, če pa pride do neugodnih razmer, vsak cvetni brst ne tvori cveta (Ito, 2002).

Z gospodarskega stališča je zelo pomembno poznati čas cvetenja posamezne sorte. Da se sorte med seboj dobro oprasha, morajo cveteti vse hkrati, zato nikoli ne sadimo samo ene sorte, saj je hruška samoneoplodna (Hudina, 1994).

Hruške so samoneoplodne, zato sadimo skupaj sorte, ki so dobre opraševalne sorte (diploidne) s tistimi, ki so slabe opraševalne sorte (tetraploidne). Na oploditev med cvetenjem vplivajo tudi zunanji dejavniki, med katere prištevamo temperaturo (v začetku cvetenja naj bi znašala okoli 10 do 15 °C), zračno vlago, padavine, veter, prehrano dreves, bolezni in škodljivce. Upoštevati je treba tudi čas cvetenja, ki je pri različnih sortah različen in genetsko določen.

Pri hruški je zelo pogost pojav partenokarpije, ko se plodovi razvijejo brez poprejšnje oploditve. Takšni plodovi so brez semena. Partenokarpija se pojavlja pri triploidnih sortah hrušk (Jazbec in sod., 1995).

Poznamo dve vrsti partenokarpije:

- vegetativna: nastanek in razvoj ploda brez kakršnegakoli vpliva peloda. Najpogosteje se pojavlja pri poškodbah muhe ali čase z zunanjim dejavnikom.
- stimulatívna: razvoj ploda brez oploditve zaradi nezmožnosti peloda, da prodre skozi vrat pestiča do plodnice.

V praksi se uporablja tudi tretiranje s hormonskimi preparati na osnovi giberelinske kisline. Uporaba je še posebej dobrodošla v letih, ko se pojavi pozeba v fazi cvetenja hruške (Gliha, 1997).

2.3 KAKOVOST SADJA

Kakovost sadja je močno odvisna od bioloških lastnosti sorte, okoljskih razmer in agrotehničnih ukrepov. Od podnebnih dejavnikov močno vplivata na kakovost temperatura in padavine. Oblika krošnje vpliva na osvetljenost plodov in s tem na barvo in okus plodov. Poglavitno vpliva tudi samo redčenje plodov; najboljše se skladiščijo srednje veliki plodovi. Od vrste in količine gnojil je odvisna kakovost sadja. Prevelike količine dušika in kalija zmanjšujejo kakovost in dolžino shranjevanja. Preobilno gnojenje otežuje ugotavljanje najustreznejšega časa obiranja. Enakomerno in zmerno oskrbovanje dreves z vodo zelo dobro vpliva na kakovost plodov. Kakovost in trajnost plodov sta različni tudi pri sortah iste sadne vrste. Ne smemo pa zanemariti tudi vpliva podlage (Gvozdenović, 1989).

2.4 KEMIČNA SESTAVA PLODOV

Sadje ima zapleteno in raznovrstno kemično sestavo. V plodu je veliko snovi, ki jih razvrstimo na organske in anorganske. Med anorganske spadajo voda, plini (CO₂, O₂, N₂) in rudninske snovi; med organske snovi pa sladkorji, pektinske snovi, organske kisline,

aminokislina, beljakovine, encimi, maščobe, aromatične snovi, etilen, rastlinska barvila (klorofil, karotenoidi, antociani), vitamini in hormoni.

Med organskimi kislinami pri večini sort hrušk prevladuje jabolčna kislina, sledi ji citronska kislina; vsebnosti kininske, šikimske, fumarne in oksalne kisline pa so veliko manjše. Jabolčna in citronska kislina prispevata glavni delež k najbolj zeleni stopnji kislosti plodov, njuno razmerje pa je povezano s senzoričnimi ocenami okusa (Colarič in sod., 2005).

Plod hruške vsebuje največ vode (84 % sveže mase), sledijo ogljikovi hidrati: fruktoza (54 %), sorbitol (18 %), saharoza (15 %) in glukoza (13 %). Količina vode v plodovih se spreminja, zato moramo plodove obirati tedaj, ko je v njih največ vode. Velika količina vode je po drugi strani razlog, da so le-ti bolj dovzetni za povečano transpiracijo, občutljivost za zajedavske in nezajedavske bolezni (Gvozdenović, 1989).

2.4.1 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so primarni produkt fotosinteze in osnovna organska snov, iz katere se sintetizirajo še druge organske snovi. Fotosinteza pri sadnih rastlinah je odvisna od notranjih in okoljskih dejavnikov v obdobju rasti. Na začetku rastne dobe sadno drevo izgublja energijo zaradi hitre rasti. Z razvojem listov neto fotosinteza počasi narašča, z njihovim staranjem pa se zmanjšuje. Najvažnejši dejavnik fotosinteze je svetloba. Velikost fotosinteze se poveča, če so prisotni porabniki – plodovi. Plodovi delujejo kot močni porabniki asimilatov, kar povzroča hiter transport le teh iz listov (Faust, 1989 cit. po Hudina, 1999).

Ogljikove hidrate poznamo v dveh oblikah:

- z nizko molekulsko maso (fruktoza, glukoza in saharoza),
- z visoko molekulsko maso (celuloza, hemiceluloza idr.).

Glavni sladkorji, ki jih vsebuje sadje, so fruktoza, glukoza in saharoza. Skupna količina je v svežih plodovih od 2 do 65 % sveže mase (Gvozdenović, 1989).

V zelenih plodovih prevladuje škrob, ki se med dozorevanjem spremeni v sladkor. Topni ogljikovi hidrati so v svežem sadju pomembni za sladkost plodov. Celotno znotraj sort se kažejo razlike v njihovi koncentraciji, ki so lahko posledica vpliva različnih agrotehničnih ukrepov (Gliha, 1997).

2.4.1.1 Fruktoza

Fruktoza je monosaharid, najbolj razširjena ketoza. Je eden izmed najbolj sladkih sladkorjev (Noller, 1957). Fruktoze je v sadju največ, okoli 8-14 %. Je sadni sladkor. Skupaj z glukozo sestavljata disaharid saharozo. Je slajša od saharoze. Fruktoze je v izobilju v sadju in medu (Johnson, 1993).

2.4.1.2 Glukoza

Glukoza je monosaharid, najbolj razširjena aldoza, ki je največkrat navzoč v sadju, zelenjavi in medu. Molekulska formula glukoze je $C_6H_{12}O_6$. V naravi je poleg fruktoze najbolj razširjena heksoza, ki nastane neposredno pri fotosintezi (Petauer, 1993).

Glukoza se najlažje dobi s hidrolizo škroba in celuloze. V naravi je ena najbolj pogostih kemičnih spojin (Noller, 1957). Vsebnost glukoze in fruktoze se v zrelih plodovih hruške razlikuje med sortami, v večini primerov pa vsebnost fruktoze ne presega vsebnosti glukoze, plodovi jo vsebujejo 8 do 14 %. To pa ne pomeni, da glukoza prispeva večji delež k sladkosti (Scott, 1993).

2.4.1.3 Saharoza

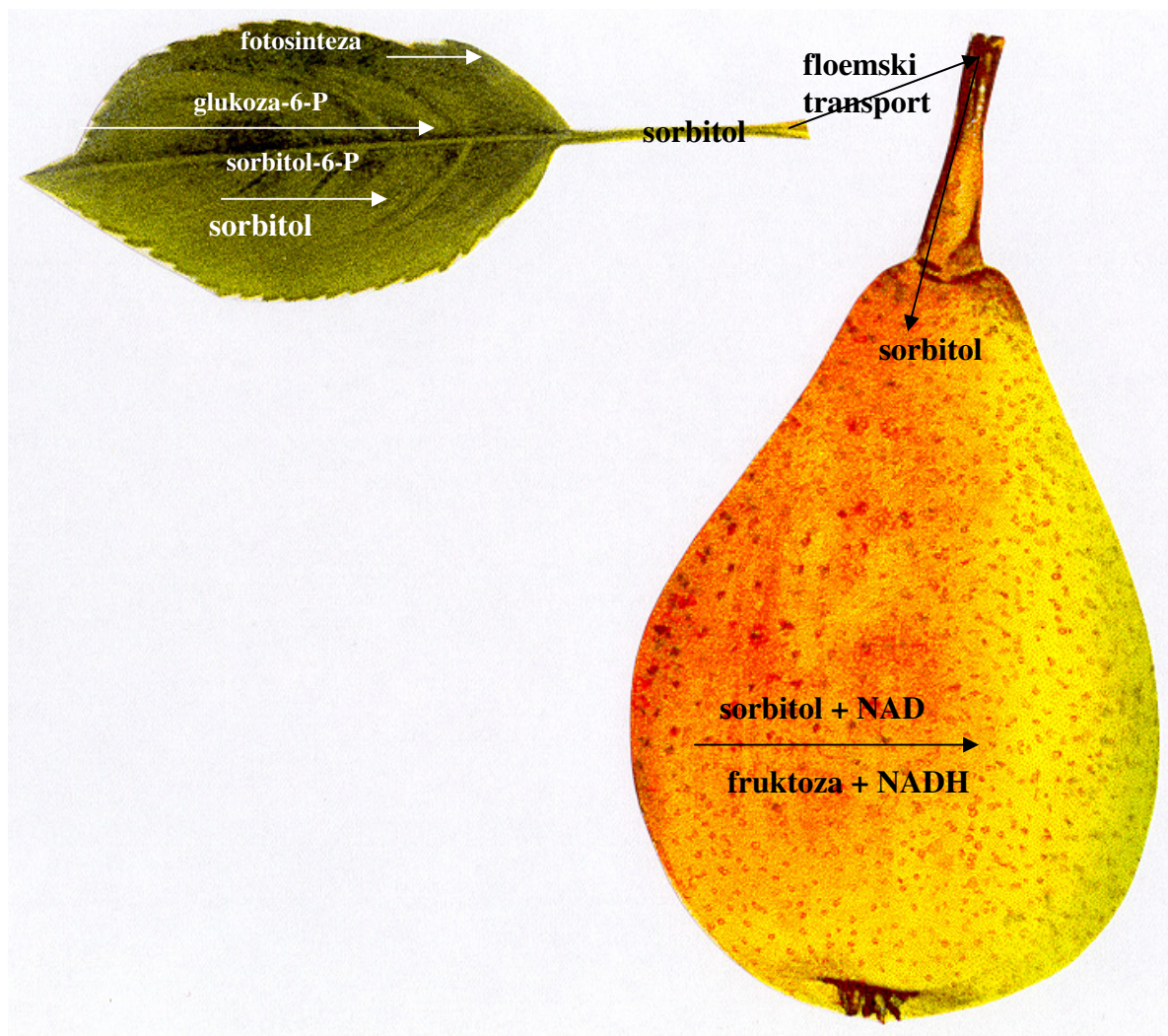
Saharoza je disaharid ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Zgrajena je iz glukoze in fruktoze. Nahaja se v plodovih in rastlinskih sokovih. Plodovi jo vsebujejo okoli 1,5 %. Ker je saharoza disaharid, lahko enostavno razpade s hidrolizo na dva monosaharida, heksozo, glukozo in fruktozo (Petauer, 1993).



Saharoza ima značilno sladek okus, brez kakršnegakoli priokusa oz. okusa, ki ostane v ustih po jedi (Huberlant, 1993, cit. po Pungerčar, 2001).

2.4.1.4 Sorbitol

Pomembno vlogo kot transportni produkt fotosinteze pri večini sadnih dreves ima sorbitol. Pri jablani in hruški in še mnogih drugih sadnih vrstah, ki pripadajo družini rožnic (*Rosaceae*) (še zlasti pri rodovih *Malus*, *Pyrus* in *Prunus*), je glavna transportna snov iz listov v plodove.



Slika 1: Sinteza sorbitola v listih in presnova sorbitola v plodovih (Loesher, 1987).

Pri transportu ogljikovih hidratov v plodove, kateri se šele razvijajo, se večina preoblikuje v fruktozo in škrob, manj pa v glukozo in saharozo. Nekaj sorbitola se ohrani skozi vso življenjsko dobo plodu. Hidroliza škroba se začne v kasnejših stopnjah razvoja plodov. Na ta račun narašča vsebnost prostih sladkorjev. Kasneje se tudi saharoza počasi hidrolizira in s tem se tvori več glukoze in fruktoze (Seymour in sod., 1993).

Alkoholni sladkor sorbitol je prisoten v mladih listih in polno razvitih listih jablane v podobni koncentraciji kot saharoza, glukoza in fruktoza (Hansen, 1967). Za sorbitol je značilno veliko dnevno nihanje (povečanje koncentracije čez dan in zmanjšanje čez noč) (Chong in Taper, 1970). Bielecki (1969) trdi, da se sorbitol, ki ga je v listih jablane veliko,

najraje nalaga v floem. V floemu je presnovno inerten ter se ne spremeni, dokler ne prispe na mesto porabe. Zato je verjetno glavni transportni metabolit jablane.

Vsebnost sorbitola se z razvojem plodov spreminja. Po navadi se vsebnost sorbitola z zorenjem zmanjšuje (Buchloh in Neubeller, 1969; Reid in Bielecki, 1974).

2.4.2 Organske kisline

V sadju so organske kisline v celični tekočini nevezane ali v obliki soli, estrov, glukozidov in drugih. Organske kisline imajo pomembno vlogo v presnovi plodov, tako pri fotosintezi kot pri celičnem dihanju. Stopnja zrelosti plodov je pogosto povezana s količino organskih kislin ali pa razmerjem med sladkorjem in vsemi kislinami (Gvozdenović, 1989).

Vsebnost skupnih kislin se z zrelostjo ploda zmanjšuje. V plodu ravno najbolj niha vsebnost organskih kislin (Gliha, 1997).

2.4.2.1 Jabolčna kislina

Jabolčna kislina je sadna kislina. Pojavlja se pogosto v obliki soli (malatov) ter je zelo razširjena v rastlinah, zlasti v sočnih plodovih. V primerjavi s citronsko kislino ima jabolčna malo manj kislosti (Petauer, 1993). Najdemo jo v sokovih različnega sadja, izoliral jo je Scheler leta 1775 iz plodov divjega jabolka (Noller, 1957). Uvršča se na drugo mesto po zastopanosti. V hruškah jo je od 0,1 do 0,5 % (Gvozdenović, 1989).

2.4.2.2 Citronska kislina

Citronska kislina je zelo razširjena v sadju in drugih rastlinah. Citrati so soli citronske kisline, npr. Na- citrat preprečuje strjevanje krvi, zato ga uporabljajo kot antikoagulator.

Pridobivajo jo s fermentacijo sladkorja s pomočjo glive *Aspegillus niger* in iz limoninega, pomarančnega in ananasovega soka. Citronska kislina je navadno v živalskih in rastlinskih tkivih. Je močno topna v vodi in s kislostjo prispeva k aromi (Petauer, 1993).

2.4.2.3 Fumarna kislina

Pridobivajo jo s fermentacijo iz glukoze in melase s pomočjo gliv iz rodu *Rhizopus*, lahko pa jo pridobivajo tudi iz jabolčne kisline z izomerizacijo. Po svoji aromi je fumarna kislina močnejša kot jabolčna, citronska in mlečna kislina (Petauer, 1993).

2.4.2.4 Šikimska kislina

Šikimska kislina je bila izolirana leta 1885 iz japonskega anisa (*Illicium religiosum*). S pomočjo mutanta iz rodu *Neurospora* je dokazano, da je šikimska kislina prekursor mnogim drugim kislinam, prav tako pa tudi prekursor aromatskega prstana pri ligninu (Noller, 1957).

V celicah ima vlogo pri gradnji raznih aromatskih spojin. Deluje mutageno. Najdemo jo v sadju (Petauer, 1993).

2.4.3 Vitamini

Rastlinska hranila vsebujejo vse vitamine, ki so pomembni za človeka, razen vitamina B₁₂. Količina vitamina C je zelo različna; tako ga je v jabolkih okoli 1 do 27 mg/kg, v agrumih pa ga je okoli 30 do 50 mg/kg (Petauer, 1993).

Vitamini v človeškem organizmu so sestavni del posameznih encimov, predvsem kot aktivatorji encimov. Glavna naloga vitaminov je sodelovanje pri biokemičnih procesih izmenjave snovi v rastlinah (razgradnje ogljikovih hidratov in beljakovin) (Gvozdenović, 1989).

2.4.4 Mineralna hranila

Rudninske snovi so makroelementi kalij (K), fosfor (P), kalcij (Ca), žveplo (S), magnezij (Mg), železo (Fe) in mikroelementi bor (B), mangan (Mn), cink (Zn), molibden (Mo) in kobalt (Co). Skupna količina rudninskih snovi v plodu je od 0,15 do 0,80 %. Količina kalcija in kalija neposredno vpliva na kakovost in shranjevanje plodov.

Makroelementi imajo pomembno vlogo v izmenjavi snovi, povečajo odpornost proti boleznim. Vplivajo tudi na nastajanje beljakovin in ogljikovih hidratov ter njihove transformacije v plodovih, rast ploda, pospešujejo nastajanje vitamina C in vplivajo na fotosintezo (Gvozdenović, 1989).

2.4.5 Rastlinska barvila

Rastlinska barvila so v kloroplastih in vakuoli. Od rastlinskih barvil je v kloroplastih plodov največ klorofila a in klorofila b. Plodovi večine sadnih vrst z zorenjem izgubljajo klorofil (zeleno barvo). Karoten obarva plod oranžno rumeno, je predhodnik vitamina A in se izrazi med zorenjem plodov, potem ko se je klorofil že razgradil. Karoten ni topen v vodi, temveč v maščobah. Antociani so večinoma v vakuoli in dajejo plodovom različno

barvo. Običajno so v kožici plodov, pri nekaterih vrstah sadja pa tudi v mesu. Antociani se začnejo tik pred koncem zorenja naglo kopičiti (Gvozdenović, 1989).

Na razgradnjo klorofila močno vpliva tudi temperatura, kajti klorofil se veliko hitreje razkrajja na drevesu kot pa v hladilnici, kjer nizke temperature blokirajo razgradnjo klorofila, še bolj pa razgradnjo ustavlja CO₂. V hladilnici se količina antocianov ne spreminja, ker ni svetlobe.

2.4.6 Aroma sadnih rastlin

Aroma sadnih plodov je subjektiven občutek, ki ga doživljamo z vonjanjem. Najprijetnejšo aromo imajo plodovi, ki so primerni za svežo porabo, s prezorevanje pa se aroma hitro izgublja. Pri nizkih temperaturah aroma manj zaznavamo zaradi manjšega izparevanja. V plodovih je navadno manj kot 100 ppm sestavin arome. Aromatične spojine niso samo estri ampak tudi laktoni, kisline, alkoholi, aldehidi, ketoni, estri, ogljikovodiki (Gvozdenović, 1989).

Aromatske snovi se sintetizirajo pred samim obiranjem. Količina teh snovi je zelo majhna ampak specifična za vsako sorto hrušk posebej. Intenzivno se aroma pojavlja šele, ko so hruške primerne za prehrano. Če se skladiščijo prehitro obrani plodovi, le-ti po dozorevanju ne dosežejo zadovoljive stopnje arome (Gliha, 1997).

2.5 SPREMEMBE MED RAZVOJEM PLODOV

Tehnološko zrelost dosežejo plodovi pred fiziološko oziroma užitno zrelostjo in so v tehnološki zrelosti za takojšno uporabo neprimerni. Proces zorenja, ki sledijo po obiranju ali na drevesu, so rezultat številnih fizioloških in biokemičnih procesov. Ti se pokažejo kot sprememba barve, teksture, arome, okusa in trdote (Ferreira in Teixeira, 1993).

Plodovi so užitno zreli, ko nastane pravilno razmerje med organskimi kislinami, sladkorji in drugimi sestavinami v plodu, ki mu dajejo značilen okus, sočnost in aromo (Jazbec in sod., 1995).

2.5.1 Spreminjanje ogljikovih hidratov in organskih kislin

Ogljikovi hidrati so skladiščne snovi in osnovne sestavine, iz katerih nastajajo druge organske snovi. Veliko sekundarnih metabolitov pri lesnatih rastlinah se tvori iz ogljikovih hidratov, aminokislin in maščob (Colarič in sod., 2007a).

Hruške so odličen vir ogljikovih hidratov pri različnih dietah. Ker vsebujejo hruške dobro sestavo posameznih ogljikovih hidratov (v povprečju 54 % fruktoze, 18 % sorbitola in le

15 % saharoze in 13 % glukoze) in vlaknine (15 do 28 g/kg sveže mase), se priporočajo za uživanje tudi diabetikom. Še več, vlaknine skupaj s fenoli pomagajo zniževati tveganje za obolenja srca in ožilja (Gorinstein in sod., 2002).

V listu sadnih rastlin nastajajo ogljikovi hidrati, ki se skladiščijo v plodovih, ko ti rastejo. Dokler so plodovi majhni, v začetku rasti, so zeleni, v njih poteka fotosinteza, dobivajo pa tudi del hrane za razvoj in rast celic. Z rastjo plodov se fotosintezna aktivnost zmanjšuje in poglaviti vir hrane za rast celic ostaja fotosinteza v listih.

Tako se ogljikovi hidrati premeščajo iz lista v plodove v obliki enostavnih sladkorjev, kot so saharoza, rafinoza, heptuloza, in sorbitola. Med zorenjem encimi hidrolizirajo škrob v osnovne sladkorje (saharoza, glukoza, fruktoza) in šele tedaj postanejo plodovi užitni (Gvozdenović, 1989).

Glukoza in fruktoza aktivno sodelujeta v procesu dihanja. V hruškah je od začetka več glukoze kot fruktoze, med dozorevanjem in kasneje, po obiranju, pa se količina fruktoze večja, količina glukoze pa ostane stalna, saharoza pa se povečuje vse do obiranja (Gvozdenović, 1989).

Saharoza je pomemben produkt fotosinteze in je glavna pri procesu prehajanja ogljikovih hidratov iz listov v druge dele rastlin, tudi v plodove. Pri večini rastlin je saharoza najpomembnejša transportna oblika sladkorja (Ferreira in Teixeira, 1993).

Četudi se količina suhe snovi, topnih sladkorjev in škroba povečuje v plodnici po odpadanju venčnih listov, se koncentracija saharoze in tudi njena absolutna vsebnost v tem času dramatično zmanjša (Vemmos, 1995).

Sorbitol ima pomembno vlogo kot transportni produkt fotosinteze pri večini sadnih dreves. Je glavna transportna snov iz lista v plodove. Pri transportu ogljikovih hidratov v razvijajoče se plodove se večinoma preoblikuje v fruktozo in škrob, manj pa v glukozo in saharozo (Hudina, 1999).

Kemijska sestava listov in drugih organov sadnih rastlin ni odvisna le od sorte, vrste in podlage, temveč tudi od okoljskih dejavnikov, tehnologije pridelave sadja in različnih tehnoloških ukrepov, kot so rez, upogibanje, gnojenje, varstvo pred boleznimi in škodljivci (Colarič in sod., 2007a).

Ito in sod. (1999, 2004) so ugotovili, da upogibanje vej vpliva na vsebnost ogljikovih hidratov in hormonov v stranskih brstih azijskih hrušk.

Colarič in sod. (2007b) so v poizkusu upogibanja vej pri sorti 'Conference' ugotovili, da se je vsebnost ogljikovih hidratov v listih med rastno dobo spreminjala. Vsebnost saharoze se je od maja do junija zmanjšala in nato vse do oktobra naraščala. Enak trend sta imeli tudi glukoza in fruktoza. Vsebnost sorbitola v listih se je od maja pa do oktobra zmanjševala.

2.5.2 Barva plodov

Osnovna barva kožece plodu se počasi spreminja do obiranja. Zelena barva izhaja iz pigmentov klorofila, od katerih je največ klorofila a in b, v razmerju 3:1. Količina klorofila je odvisna od sorte. Nekaj tednov pred obiranjem se začne klorofil razgrajevati. Razgrajevanje je veliko hitrejše v plodovih na drevesu, kot v tistih, ki jih shranjujemo po obiranju na odprtem prostoru (Gvozdenović, 1989).

2.5.3 Sprememba aromatičnih snovi

Pred obiranjem sadja je obdobje, med katerim nastanejo v plodu številne koristne spremembe, ki izboljšajo kakovost plodov. Ena izmed sprememb je tudi sinteza in izločanje hlapnih (aromatičnih) snovi, ki poleg sladkorjev, organskih kislin in drugih sestavin plodu izboljšajo njegovo kakovost in uporabno vrednost. Količina teh aromatičnih snovi je zelo majhna, je pa tudi značilna za vsako sadno vrsto posebej. Značilna intenzivna aroma se pri večini plodov pojavi šele, ko je plod užitno zrel (Gvozdenović, 1989).

Izmed štirih okusov (sladko, kislo, grenko, slano) so največje spremembe, ki se dogajajo med zorenjem, prav spremembe sladkega in kislega okusa. Okus kislosti se zmanjšuje, sladkost pa narašča, dokler ne dosežeta optimalnega razmerja (kislina:sladkor) in s tem harmoničnega okusa (Ferreira in Teixeira, 1993).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 LOKACIJA

3.1.1 Značilnosti tal

Nasad, v katerem smo opravili poskus, se nahaja v Bistrici ob Sotli. Lokacija nasada se nahaja na distrično rjavih tleh, na nekarbonatnem flišu. Tla v nasadu so ilovnato peščena. Analizo tal je opravilo podjetje Jurana d.o.o..

Preglednica 1: Standardna analiza tal z vsebnostjo posameznih elementov; Bistrica ob Sotli, 2005.

Element	Vsebnost v vzorcu tal	Komentar o vsebnosti
pH	7,1	nevtralna
Organska snov	3,0 %	dovolj
P ₂ O ₅	10,5 mg/100 g tal	srednje preskrbljena tla
K ₂ O	20,1 mg/100g tal	dobro preskrbljena tla

Iz analize tal iz leta 2005 je razvidno, da je reakcija tal nevtralna, kar pomeni, da so tla primerna za pridelavo hrušk. V tleh je dovolj organske snovi, zato gnojenje z organskimi gnojili ni potrebno. Nekoliko manj je fosforja, zato je potrebno gnojenje s 60 kg P₂O₅/ha letno. Priporoča se tudi gnojenje s 60 kg K₂O/ha letno.

3.1.2 Klimatske razmere

Za prikaz klimatskih razmer v Bistrici ob Sotli smo izbrali Hidrometeorološki postaji Celje (oddaljenost od Bistrice ob Sotli 54 km) in Bizeljsko (oddaljenost od Bistrice ob Sotli 5 km) ter naslednje meteorološke parametre:

- Povprečna mesečna temperatura zraka (°C) in povprečna mesečna količina padavin (mm) v dolgoletnem obdobju 1961 - 1990, povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) v rastni dobi ter povprečna letna temperatura zraka (°C) in povprečna letna količina padavin (mm) v dolgoletnem obdobju 1961 - 1990 (preglednica 2 in 3).
- Povprečna mesečna temperatura zraka (°C) in povprečna mesečna količina padavin (mm) v obdobju 1991 - 2007, povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) v rastni dobi ter povprečna letna temperatura zraka (°C) in povprečna letna količina padavin (mm) v obdobju 1991 - 2007 (preglednica 2 in 3).
- Povprečna mesečna temperatura zraka (°C) in povprečna mesečna količina padavin (mm) v letu 2005, povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) v rastni dobi ter povprečna letna temperatura zraka (°C) in povprečna letna količina padavin (mm) v letu 2005 (preglednica 2 in 3).

Podatke smo povzeli za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko in Celje (Mesečni bilten ..., 2005, 2006, 2007; Klimatski podatki..., 2008; Podatki za nekatere..., 2008; Povzetki klimatoloških..., 2008).

Preglednica 2: Povprečne mesečne in letne temperature zraka (°C) ter med rastno dobo za obdobji 1961 – 1990 in 1991-2007 ter za leto 2005 za Hidrometeorološko postajo Celje in Bizeljsko (Mesečni bilten..., 2005, 2006, 2007; Klimatski podatki..., 2008; Podatki za nekatere..., 2008).

Leto	1961-1990		1991-2007		2005	
	Celje	Bizeljsko	Celje	Bizeljsko	Celje	Bizeljsko
Januar	-1,8	-1,3	-0,7	-0,7	0,2	0,2
Februar	0,7	1,5	-2,2	-2,0	1,3	1,8
Marec	4,5	5,6	3,9	4,6	5,8	6,5
April	9,3	10,2	10,4	11,3	10,2	10,9
Maj	14,1	14,7	15,6	15,9	15,5	15,9
Junij	17,5	17,8	19	19,2	19,2	19,3
Julij	19,1	19,4	20,3	20,7	20,1	20,8
Avgust	18,1	18,7	17,9	18,4	19,9	20,4
September	14,6	15,3	15,6	16,5	14,9	15,5
Oktober	9,5	10,2	10,9	11,5	10,5	10,8
November	4,2	4,7	4,6	4,4	5,3	5,5
December	-0,4	0,2	-0,2	0,1	0,4	0,3
Leto	9,1	9,8	9,6	10,0	10,3	10,7
Rastna doba	15,5	16,0	16,5	17,0	16,6	17,1

Iz preglednice 2 je razvidno, da je bil v letu 2005 na obeh meteoroloških postajah najtoplejši mesec julij. Najhladnejši mesec v letu 2005 je bil januar. Povprečna letna temperatura zraka je bila v dolgoletnem obdobju 1961 – 1990 v Celju 9,1 °C, na Bizeljskem pa 9,8 °C, medtem ko je bila povprečna letna temperatura zraka v dolgoletnem obdobju 1991 – 2007 višja, saj je bila v Celju 9,6 °C, na Bizeljskem pa celo 10,0 °C, kar nakazuje, da se ozračje segreva (preglednica 2).

Preglednica 3: Povprečne mesečne in letne količine padavin (mm) ter med rastno dobo za obdobji 1961 – 1990 in 1991-2007 ter za leto 2005 za Hidrometeorološko postajo Celje in Bizeljsko (Mesečni bilten..., 2005, 2006, 2007; Klimatski podatki..., 2008; Podatki za nekatere..., 2008).

Leto	1961-1990		1991-2007		2005	
	Celje	Bizeljsko	Celje	Bizeljsko	Celje	Bizeljsko
Januar	57	58	6	20	42	46
Februar	55	55	48	62	42	47
Marec	76	74	39	58	61	64
April	87	86	100	88	75	78
Maj	97	96	92	93	91	91
Junij	137	121	111	65	115	93
Julij	134	101	233	197	120	96
Avgust	131	106	239	133	122	93
September	102	97	149	100	126	111
Oktober	96	89	68	57	128	112
November	101	106	126	106	98	92
December	74	70	80	92	76	79
Leto	1147	1059	1291	1071	1096	1002
Rastna doba	688	607	924	676	649	562

V količini padavin obstajajo razlike med meteorološkima postajama Celje in Bizeljsko, saj je na Bizeljskem vsako leto manj padavin kot pa v Celju. Povprečna letna količina padavin je bila v dolgoletnem obdobju 1961 – 1990 v Celju 1147 mm, na Bizeljskem pa 1059 mm, medtem ko je bila povprečna letna količina padavin v dolgoletnem obdobju 1991 – 2007 manjša, saj je bila v Celju 1290 mm, na Bizeljskem pa le 1071 mm (preglednica 3).

3.2 MATERIAL

3.2.1 Sorta 'Viljamovka'

Originalno ime: 'Williams Bon Chrétien'. Je ena najstarejših sort, ki so jo vzgojili v Veliki Britaniji in je od vseh hrušk najbolj razširjena po svetu (Gvozdenović in sod., 1988). Ni zahtevna za tla. Odporna je proti spomladanski pozebi. Cveti srednje pozno, je diploidna in dobra opraševalna sorta. Nagnjena je k partenokarpiji. Zarodi zgodaj, rodi odlično in redno. Zori od konca avgusta do začetka septembra. Plod je srednje debel, zvonasto hruškaste oblike, spodaj nekoliko trebušast, s srednje debelim vratom. Pecelj je srednje dolg, širok, bolj ali manj ukrivljen. Ima gladko kožico, ki je zelenkasto rumena, na sončni strani je lahko rahlo rdečkasta, posuta s številnimi drobnimi rjavimi lenticelami in rjasta ob peclju. Meso je belkasto, zelo sočno, drobno zrnato, topno, sladko, s primerno kislino in ima značilno muškato aromo (Gvozdenović in sod., 1988; Črnko in sod., 1990; Jazbec in sod., 1995).



Slika 2: Plod hruške sorte 'Viljamovka'.

3.2.2 Sorta 'Boskova steklenka'

Originalno ime: 'Beurré Bosc'. Po naključju so sorto odkrili v Apremontu v Franciji okoli leta 1830 in jo začeli najprej širiti v Belgiji. Zahteva globoka, rodovitna, rahla, srednja vlažna tla in blago do toplo podnebje z nekoliko višjo relativno zračno vlažnostjo. Drevo raste bujno na sejancu in kutini. Cveti pozno in je dobra oprasovalna sorta. Nagnjena je k partenokarpiji. Zarodi srednje zgodaj, rodi dobro, vendar je nagnjena k izmenični rodnosti. Dozori sredi septembra. Plod je srednje debel, podolgovato hruškasto trebušaste oblike, z dolgim ukrivljenim pecljem. Osnovna barva kože je rumenkasta, skoraj po vsej površini je prekrita z bronasto rjavo prevleko in številnimi lenticelami (Črnko in sod., 1990).



Slika 3: Plod hruške sorte 'Boskova steklenka'.

3.2.3 Sorta 'Passa crassana'

Originalno ime: 'Passe Crassane'. Sorta je vzgojena iz sejanca v Rouenu v Franciji leta 1845. Prvič je bila opisana leta 1855. Poleg sorte 'Viljamovka' je ena najbolj znanih sort v svetu in tudi pri nas (Gvozdenović in sod., 1988). Najbolj uspeva v območjih zmerno toplega podnebja z več relativne vlage in zahteva rodovitno zemljo. Po času cvetenja je srednje zgodnja sorta. Je avtosterilna in nagnjena k partenokarpiji (Gvozdenović in sod., 1988; Črnko in sod., 1990). Zarodi zgodaj, rodi zlasti na kratkem rodnem lesu. Je zelo rodna sorta, in pri njej izmenična rodnost ni znana. Zori sredi oktobra, 45 do 50 dni za sorto 'Viljamovka', užitno zrela postane decembra. Pecelj je v sredini nekoliko tanjši kot pa na začetku in koncu. Plod je debel, jabolčno okroglaste oblike, kožica je debela, čvrsta, trpežna, zelenkasto rumene osnovne barve, ki jo pokrivajo številne rjaste pike in rjavost ob pecljevi jamici. Meso je belkasto, sočno, drobno zrnato, topno, prijetno sladko kiselkastega okusa in aromatično (Črnko in sod., 1990).



Slika 4: Plod hruške sorte 'Passa crassana'.

3.2.4 Podlaga kutina MA

Hruško razmnožujemo s cepljenjem na podlago, ki mora biti dobro skladna (kompatibilna) s sorto. Podlago izbiramo glede na gojitveno obliko, talne razmere in skladnost sorte s podlago. Podlaga vpliva na rast, bujnost, življenjsko dobo drevesa, čas cvetenja in rodnost.

Občutljiva je na sušo, zelo občutljiva na klorozo in na hrušev ožig ter viruse, srednje občutljiva na zimski mraz, malo do srednje občutljiva na nematode ter odporna na krvavo uš. Skladnost s sortami hrušk je srednja do dobra, vendar veliko sort zahteva posredovalko ('Hardijeva', 'Pastorjevka'). Bujnost sort na podlagi kutina MA je srednja. Podlaga vpliva na zgodnejši vstop v rodnost, rodnost je dobra. Hruške na kutini MA slabo prenašajo tla z večjim odstotkom fiziološko aktivnega apna, ker se na njih pojavlja kloroza. Dobro se razmnožuje z zelenimi potaknjenci in srednje dobro z mikrorazmnoževanjem. Je zahtevna za tla, vendar manj kot podlage kutina MC, kutina adams in kutina BA 29. Ukoreninjanje je srednje do dobro, boljše kot pri kutini MC, vendar drevesa potrebujejo oporo. Priporočamo jo na globokih, dovolj vlažnih, propustnih tleh, rahlo kisle do blago alkalne reakcije (Godec in sod., 2003; Štampar in sod., 2005).

3.3 MEDOTE DELA

Nove tehnike kemičnih analiz omogočajo specifično in nepristransko določanje snovi v plodu različnih sort. Takšna analiza je veliko natančnejša in objektivnejša kot subjektivno ocenjevanje organoleptičnih lastnosti.

Vsebnost posameznih sladkorjev (glukoze, fruktoze, saharoze in sorbitola) in organskih kislin (jabolčne, citronske, fumarne in šikimske) smo določali s pomočjo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC).

HPLC analiza je zelo uporabna metoda tekočinske kromatografije visoke ločljivosti in je učinkovitejša od običajnih tekočinskih kromatografij. Metoda je zelo uporabna, saj je hitra, zanesljiva in preprosta.

3.3.1 Priprava vzorca

Cvetove smo vzorčili 25. 4. 2005, odpadle plodiče 14. 5. 2005, plodove in liste pa 14. 5., 30. 5., 15. 7. in 7. 9. Za določanje posameznih sladkorjev in organskih kislin smo najprej pripravili vzorec. Vzorčili smo 10 naključno nabranih plodov hruške. Vsako hruško smo stehali na analitski tehtnici Sauter SM 1000. Plod smo zmleli z ročnim paličnim mešalnikom (Braun), odtehtali 10 g in kaši prilili 30 ml bidestilirane vode. Vzorec smo pustili stati 60 minut, medtem smo ga večkrat premešali in ga nato prelili v kivete in ga dali centrifugirati za 12 minut pri 6000 vrtljajih na minuto v centrifugo Centronic 322A. Ko se je centrifugiranje zaključilo, smo vzorec s pomočjo injekcije in filtra 0,45 µm (Macherey Nagel) prefiltriral v vialo. Pripravili smo vzorce za analizo sladkorjev in organskih kislin. Po enakem postopku, kot za plodove, smo pripravili vzorce tudi za liste, cvetove in odpadle plodiče, le da smo pri cvetovih in odpadlih plodičih zatehtali 1g vzorca, pri listih pa 2 g vzorca. Vzorce so s pomočjo HPLC analizirali na Katedri za sadjarstvo.

3.3.2 Uporabljena HPLC oprema

Vzorce smo analizirali na sistemu visokoločljivostne tekočinske kromatografije (HPLC – High Performance Liquid Chromatography) proizvajalca TSP (Thermo separation Products).

3.3.3 Določanje sladkorjev s HPLC

Analize sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitola) so potekale v koloni Aminex HPX- 87C, s pretokom 0,6 ml/min, pri temperaturi 85 °C, kot mobilna faza je bila uporabljena bidestilirana voda.

Analize sladkorjev so trajale 45 minut. Prisotnost sladkorjev v vzorcih sort hrušk je bila določena s primerjavo retencijskega časa vzorca in standarda.

Koncentracija vzorcev je bila izračunana s primerjavo dobljenih površin in površin standardov naših raziskovanih snovi (fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitol) z že znanimi koncentracijami.

3.3.4 Določanje organskih kislin s HPLC

Organske kisline so bile določene z uporabo Aminex HPX- 87H kolone, z velikostjo por 9 μm . Analize so potekale 30 minut pri temperaturi 65 °C. Detekcija organskih kislin je potekala s spektrofotometrom Knauer K-2500 pri valovni dolžini 210 nm.

3.3.5 Standardi

Za fruktozo, glukozo, saharozo in sorbitol ter prav tako za citronsko, fumarno in šikimsko kislino smo uporabljali standarde ameriškega proizvajalca Fluka Chemical (New York, NY, U.S.A.). Proizvajalec standarda za jabolčno kislino pa je bil Merck Chemicals (Darmstad, Nemčija). Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v vzorcu hrušk smo izračunali po metodi eksterne standarda, kjer smo površino kromatogramskega vrha znanega standarda primerjali s površino vrha snovi v vzorcu. Kadar poznamo nominalno koncentracijo analizirane substance v vzorcu, uporabljamo eksterni standard (Žorž, 1991).

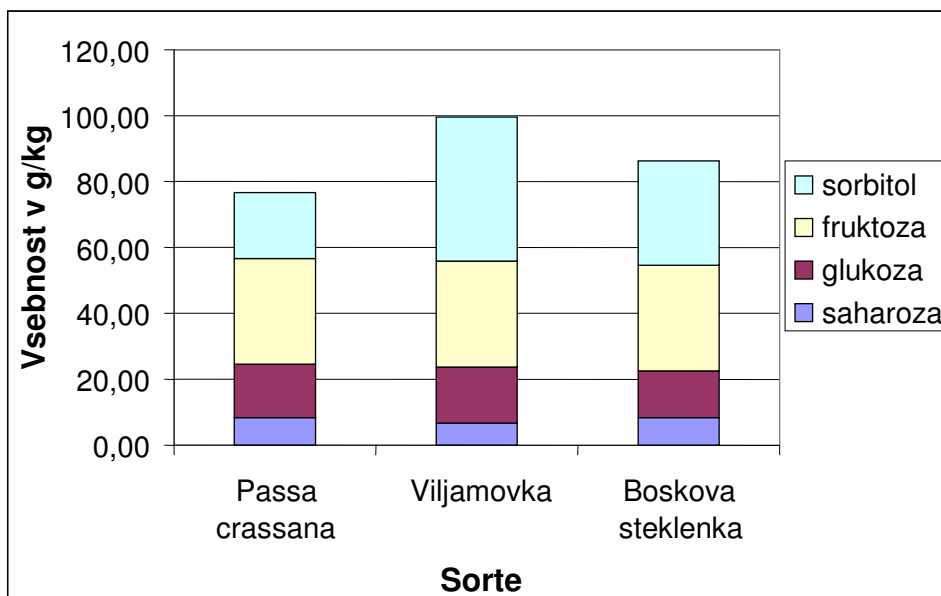
3.3.6 Statistična analiza

Dobljene rezultate smo računsko obdelali z računalniškim programom Excel. Za posamezne parametre smo izračunali povprečne vrednosti za vsako obravnavanje posebej. Aritmetična sredina (povprečje) je najbolj znana srednja vrednost. Je tista srednja vrednost, ki jo izračunamo, če vsoto posamičnih vrednosti delimo s številom opazovanih enot (Košmelj, 1994).

4 REZULTATI

4.1 VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V CVETOVIH

V cvetovih smo določali vsebnost posameznih sladkorjev in organskih kislin.



Slika 5: Povprečna vsebnost saharoze, glukoze, fruktoze, sorbitola in skupnih sladkorjev v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

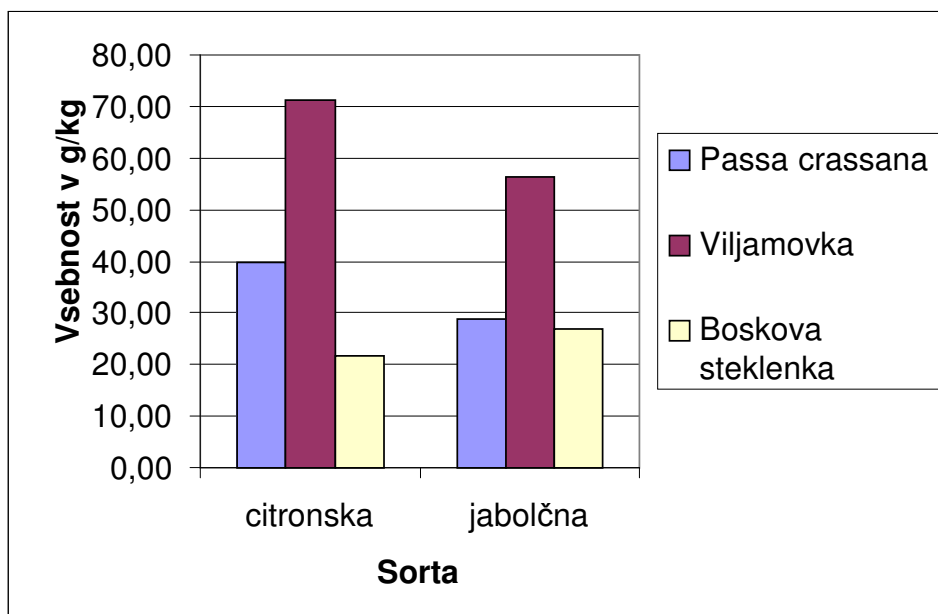
Povprečna vsebnost glukoze v cvetovih se med sortami razlikuje (slika 5). Največjo povprečno vsebnost glukoze (16,81 g/kg) smo zasledili v cvetovih sorte 'Viljamovka'. Najmanjšo vsebnost glukoze v cvetovih pa ima sorta 'Boskova steklenka' (14,36 g/kg).

Tudi v vsebnosti fruktoze je podobno kot pri vsebnosti glukoze. Največjo vsebnost fruktoze smo izmerili v cvetovih sorte 'Viljamovka' (32,47 g/kg), najmanjšo pa v cvetovih sorte 'Boskova steklenka' (31,82 g/kg).

Pri vsebnosti saharoze je ravno obratno. Največjo povprečno vsebnost saharoze v cvetovih je imela sorta 'Passa crassana' (8,51 g/kg), sledila je sorta 'Boskova steklenka' (8,30 g/kg), najmanjšo vsebnost pa je imela sorta 'Viljamovka' (6,73 g/kg).

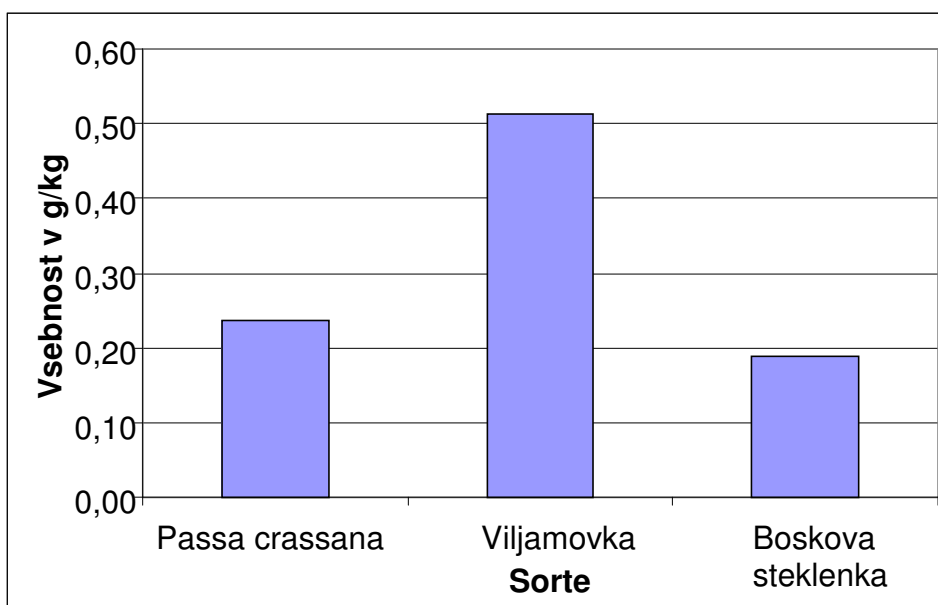
Izredno veliko vsebnost sorbitola (43,53 g/kg) smo zasledili v cvetovih sorte 'Viljamovka', če jo primerjamo z ostalima proučevanima sortama. Najmanjšo vsebnost sorbitola v cvetovih je imela sorta 'Passa crassana' (19,97 g/kg).

Po vsebnosti skupnih sladkorjev v cvetovih izstopa sorta 'Viljamovka', ki je imela največjo vsebnost skupnih sladkorjev (99,55 g/kg) (slika 5). Sorti 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana' se po vsebnosti skupnih sladkorjev v cvetovih ne razlikujeta bistveno. Vsebnost skupnih sladkorjev v cvetovih pri sorti 'Boskova steklenka' je bila 86,30 g/kg, pri sorti 'Passa crassana' pa 76,53 g/kg.



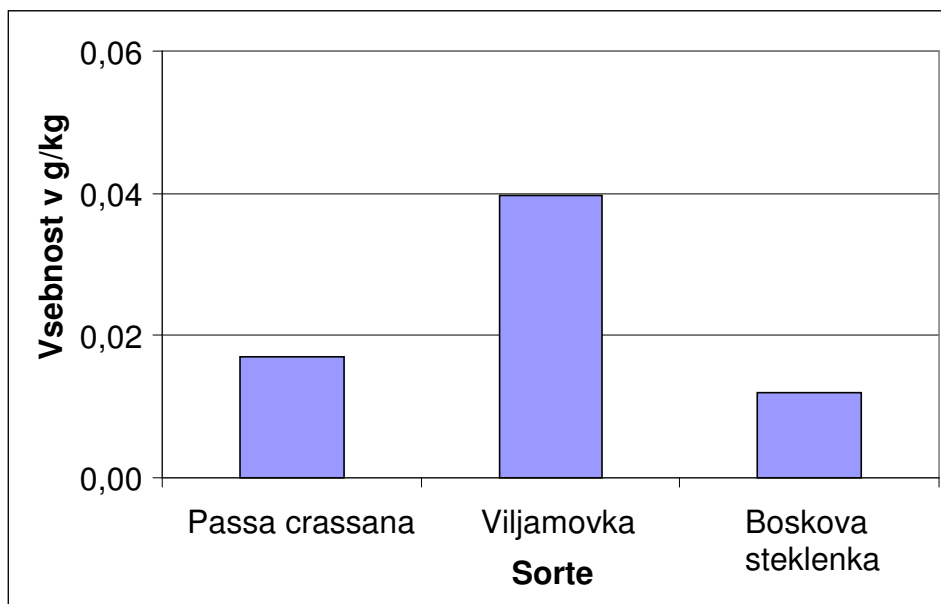
Slika 6: Povprečna vsebnost jabolčne in citronske kisline v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

Iz slike 6 je razvidno, da sorta 'Boskova steklenka' vsebuje v cvetovih več jabolčne kisline kot pa citronske. Ostali dve sorti, 'Viljamovka' in 'Passa crassana', pa vsebujeta večje vsebnosti citronske kisline, medtem ko je vsebnost jabolčne kisline manjša. Najmanjšo vsebnost jabolčne in citronske kisline med proučevanimi sortami ima sorta 'Boskova steklenka', največje vsebnosti obeh kislin pa sorta 'Viljamovka'. Pri sorti 'Viljamovka' smo izmerili tudi največje vsebnosti posameznih sladkorjev, razen saharoze, in tudi skupnih sladkorjev.



Slika 7: Povprečna vsebnost šikimske kisline v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

Podobno kot vsebnost skupnih sladkorjev je tudi vsebnost šikimske kisline v cvetovih izredno velika pri sorti 'Viljamovka' (0,51 g/kg) (slika 7). Najmanjšo vsebnost šikimske kisline v cvetovih ima sorta 'Boskova steklenka' (0,19 g/kg), nekoliko večjo pa sorta 'Passa crassana' (0,24 g/kg).



Slika 8: Povprečna vsebnost fumarne kisline v g/kg v cvetovih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

Podobno kot pri šikimski kislini lahko ugotovimo tudi pri fumarni kisline, da je največja vsebnost fumarne kisline v cvetovih zabeležena pri sorti 'Viljamovka' (0,04 g/kg), najmanjša pa pri sorti 'Boskova steklenka' (0,01 g/kg) (slika 8).

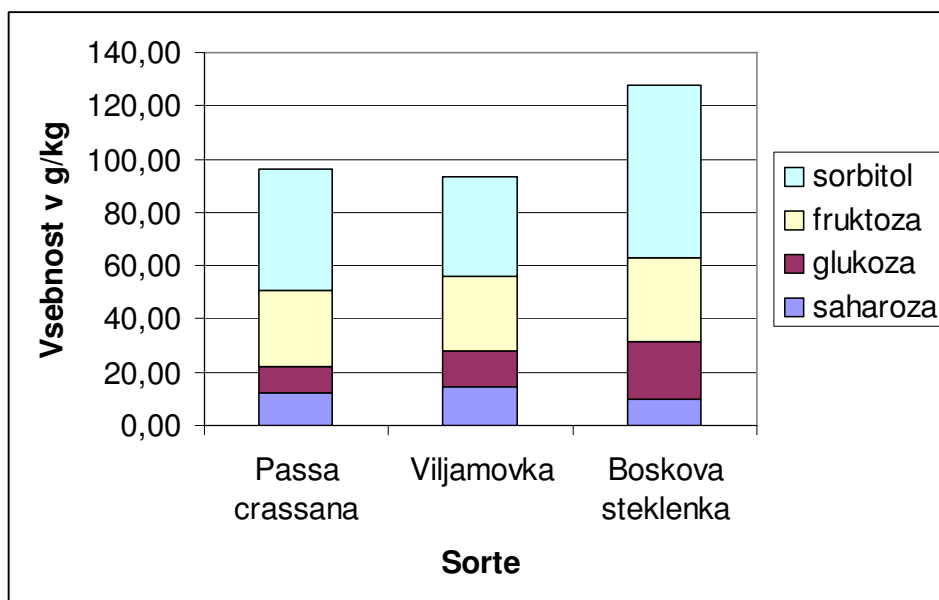
4.2 VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V ODPADLIH PLODIČIH

V odpadlih plodičih smo določali vsebnost posameznih sladkorjev in organskih kislin.

Najmanjšo povprečno vsebnost glukoze v odpadlih plodičih smo izmerili pri sorti 'Passa crassana' (9,77 g/kg), sledila je sorta 'Viljamovka' z 13,43 g/kg, največjo vsebnost pa smo izmerili v odpadlih plodičih sorte 'Boskova steklenka' (21,24 g/kg) (slika 9).

Povprečna vsebnost fruktoze v odpadlih plodičih se med sortami razlikuje. Največjo povprečno vsebnost fruktoze (31,48 g/kg) smo zasledili v cvetovih sorte 'Boskova steklenka'. Najmanjšo vsebnost fruktoze v odpadlih plodičih pa ima sorta 'Passa crassana' (32,07 g/kg).

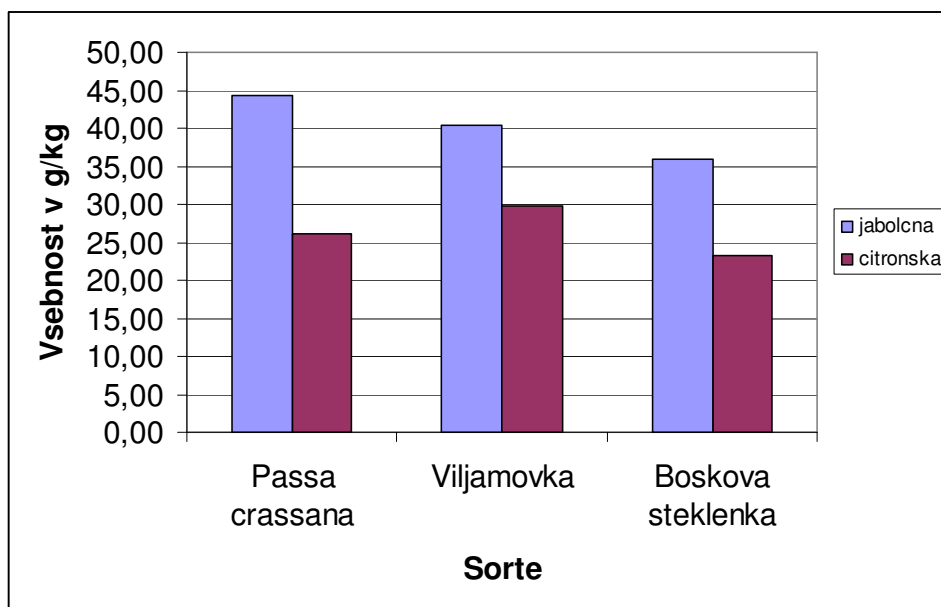
Vsebnost saharoze je ravno obratna vsebnosti fruktoze. Tako je bila največja vsebnost saharoze izmerjena v odpadlih plodičih sorte 'Viljamovka' (12,40 g/kg), najmanjša pa pri sorti 'Boskova steklenka' (10,08 g/kg).



Slika 9: Povprečna vsebnost saharoze, glukoze, fruktoze, sorbitola in skupnih sladkorjev v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

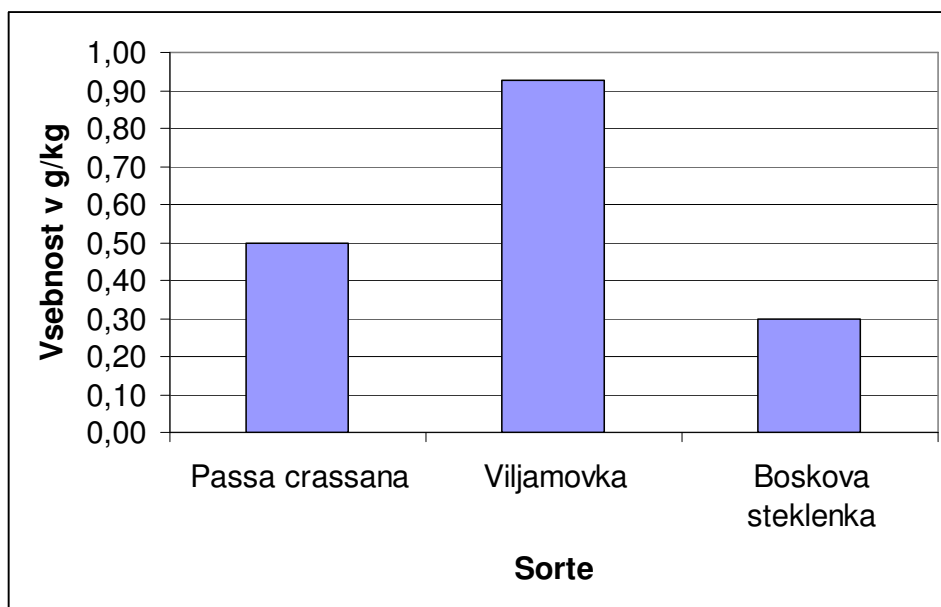
Povprečna vsebnost sorbitola v odpadlih plodičih se med sortami razlikuje (slika 9). Največjo povprečno vsebnost sorbitola (65,20 g/kg) smo zasledili v odpadlih plodičih sorte 'Boskova steklenka'. Najmanjšo vsebnost sorbitola v odpadlih plodičih pa ima sorta 'Viljamovka' (37,72 g/kg).

Vsebnost skupnih sladkorjev v odpadlih plodičih se med sortama 'Viljamovka' in 'Passa crassana' bistveno ne razlikuje, saj sorta 'Viljamovka' vsebuje 93,54 g/kg skupnih sladkorjev in sorta 'Passa crassana' 96,22 g/kg skupnih sladkorjev. Največ skupnih sladkorjev v odpadlih plodičih vsebuje sorta 'Boskova steklenka' (128,00 g/kg).



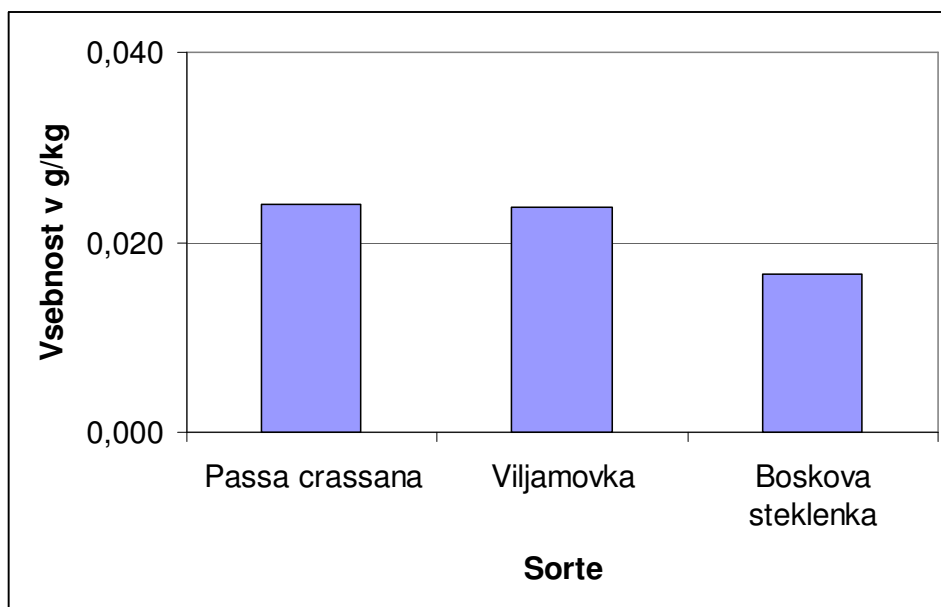
Slika 10: Povprečna vsebnost jabolčne in citronske kisline v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

Iz slike 10 je razvidno, da ima sorta 'Passa crassana' v odpadlih plodičih največjo vsebnost jabolčne kisline, sorta 'Viljamovka' pa ima največjo vsebnost citronske kisline. Najmanjše vsebnosti tako jabolčne kot citronske kisline pa ima sorta 'Boskova steklenka'.



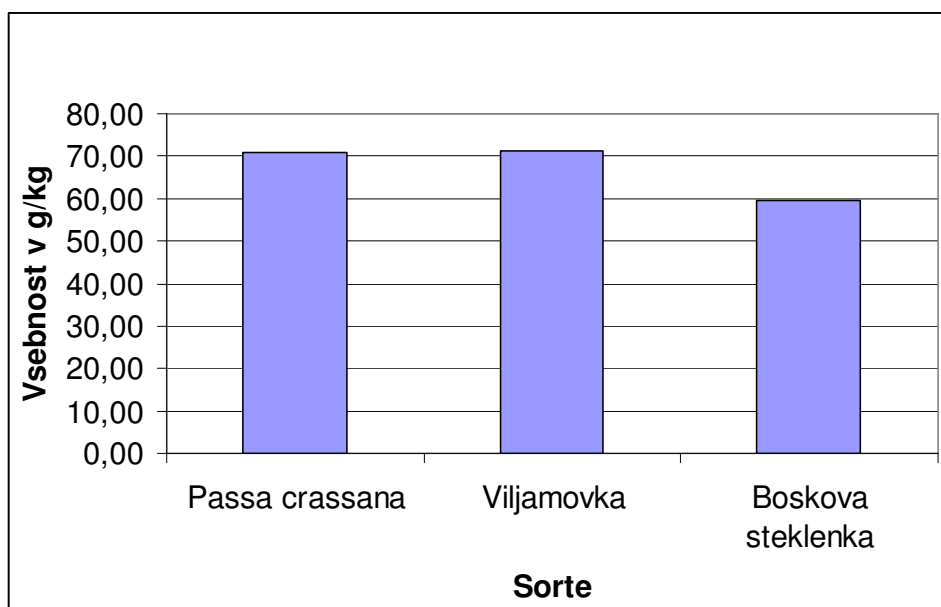
Slika 11: Povprečna vsebnost šikimske kisline v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

Med sortami obstajajo velike razlike v vsebnosti šikimske kisline v odpadlih plodičih (slika 11). Največjo vsebnost šikimske kisline v odpadlih plodičih smo izmerili pri sorti 'Viljamovka' (0,93 g/kg), najmanjšo pa pri sorti 'Boskova steklenka' (0,30 g/kg).



Slika 12: Povprečna vsebnost fumarne kisline v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

Med sortama 'Passa crassana' in 'Viljamovka' v vsebnosti fumarne kisline v odpadlih plodičih ni razlik, saj obe sorti vsebujeta 0,024 g/kg fumarne kisline (slika 12). Nekoliko manj (0,017 g/kg) fumarne kisline vsebujejo odpadli plodiči sorte 'Boskova steklenka'.

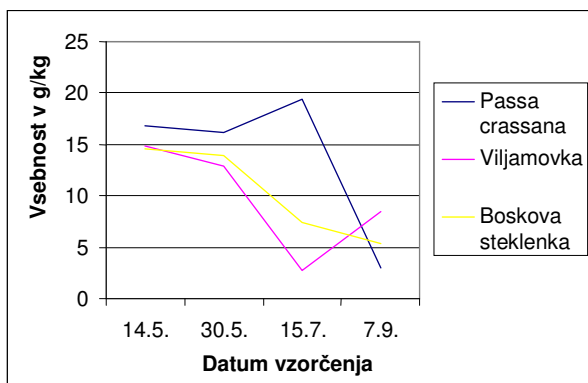


Slika 13: Povprečna vsebnost skupnih kislin v g/kg v odpadlih plodičih pri različnih sortah hrušk; Bistrica ob Sotli, 2005.

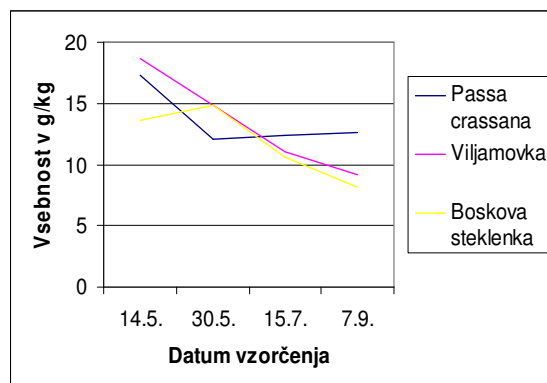
Slika 13 nam pove, da ima sorta 'Boskova steklenka' v odpadlih plodičih daleč najmanjšo povprečno vsebnost skupnih kislin (59,52 g/kg). Sorti 'Viljamovka' in 'Passa crassana' pa imata povprečne vsebnosti skupnih kislin nekoliko večje od 70 g/kg.

4.3 VSEBNOST SLADKORJEV IN ORGANSKIH KISLIN V PLODOVIH

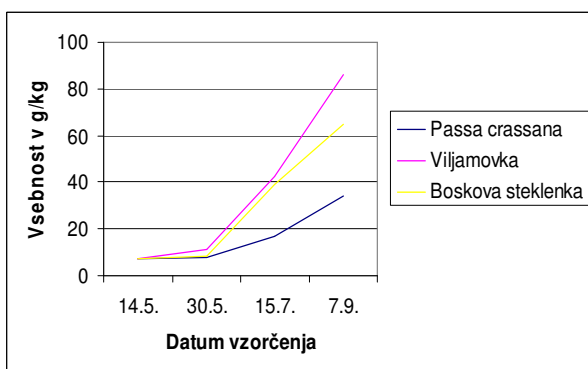
V plodovih smo določali vsebnost posameznih sladkorjev in organskih kislin.



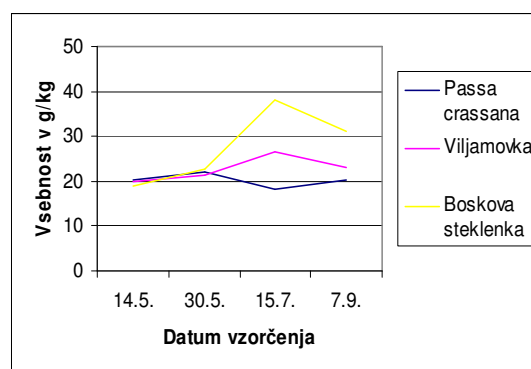
Slika 14: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 15: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 16: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 17: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.

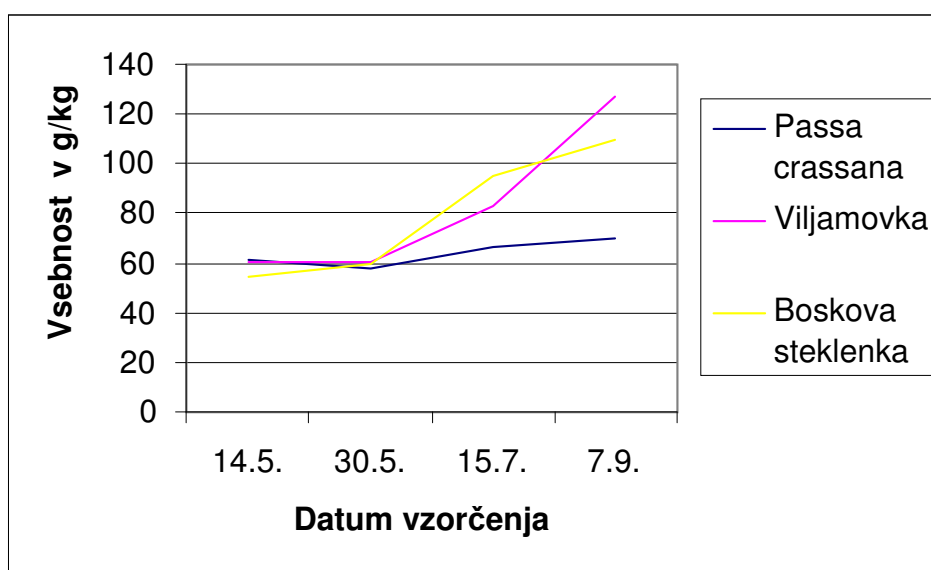
Iz slike 14 je razvidno, da se vsebnost saharoze med zorenjem zmanjšuje, saj se ta lahko spremeni v druge sladkorje. V maju se je vsebnost saharoze v plodovih vseh treh sort zelo malo zmanjšala. Zelo veliko zmanjšanje vsebnosti saharoze smo nato zabeležili do 15. 7. pri sorti 'Viljamovka', medtem ko se je vsebnost saharoze zmanjševala pri sortah 'Passa crassana' in 'Boskova steklenka' vse do 7. 9.

Tudi vsebnost glukoze se z razvojem ploda zmanjšuje, kar smo ugotovili pri vseh treh proučevanih sortah (slika 15). Pri sorti 'Passa crassana' se vsebnost glukoze med deljenjem celic, ki poteka 50 dni po cvetenju, zelo hitro zmanjša, nato pa ostane do 7. 9. skoraj na enakem nivoju.

Vsebnost fruktoze se z razvojem plodov povečuje, kar nam nakazuje vsebnosti fruktoze v plodovih vseh treh sort. Iz slike 16 se lepo vidi, da zgodnejše sorte po času obiranja vsebujejo večje vsebnosti fruktoze. Tako ima najzgodnejša sorta 'Viljamovka', ki zori konec avgusta ali začetek septembra, največje vsebnosti fruktoze. Po času zorenja sledi

sorta 'Boskova steklenka', ki zori v sredini septembra. Tudi po vsebnosti fruktoze ob obiranju je sorta na drugem mestu. Sorto 'Passa crassana' obiramo v sredini oktobra in ima najmanjšo vsebnost fruktoze.

Vsebnost sorbitola je v maju pri vseh treh opazovanih sortah na enaki ravni, nato se vsebnost sorbitola v juliju poveča in v septembru zopet zmanjša (slika 17). Za povečanje vsebnosti sorbitola v plodovih so lahko vzrok visoke temperature v juliju. Znano je namreč, da rastlina ob stresu, kar visoke temperature prav gotovo za rastlino so, tvori večje vsebnosti sorbitola.



Slika 18: Povprečna vsebnost skupnih sladkorjev v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.

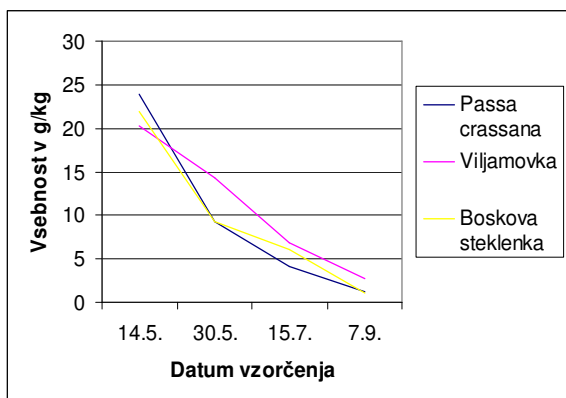
Kljub temu, da se vsebnost saharoze in glukoze med rastno dobo zmanjšuje, se v povprečju količina skupnih sladkorjev (saharoze, fruktoze, glukoze in sorbitola) v plodovih pri vseh sortah skozi rastno dobo povečuje (slika 18). Največ k temu prispeva fruktoza.

Povprečna vsebnost citronske kisline se med razvojem ploda pri vseh treh sortah zmanjšuje (slika 19). Pri sorti 'Viljamovka' so vsebnosti citronske kisline med rastno dobo največje.

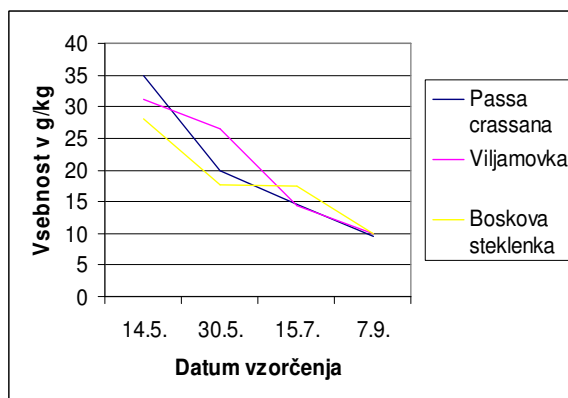
Tudi povprečna vsebnost jabolčne kisline se med razvojem ploda pri vseh treh sortah zmanjšuje (slika 20).

Povprečna vsebnost šikimske kisline se med razvojem ploda pri sortah 'Passa crassana' in 'Boskova steklenka' zmanjšuje (slika 21). Vsebnost šikimske kisline je pri sorti 'Viljamovka' v maju konstantna, nato narašča do julij, ko doseže vrh. Od 15. julija pa vse do septembra pa se vsebnost šikimske kisline tudi pri sorti 'Viljamovka' zmanjšuje.

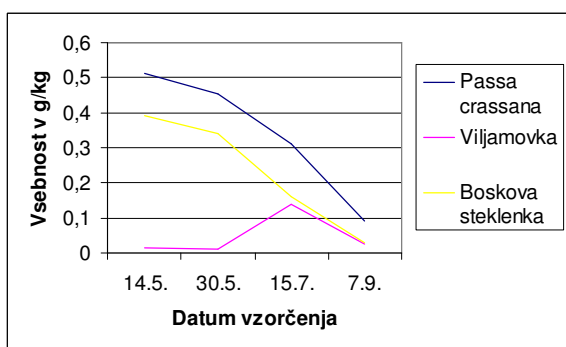
Slika 22 nam prikazuje, kako se povprečne vsebnosti fumarne kisline med zorenjem zmanjšujejo pri vseh sortah. Zmanjševanje je skoraj linearno.



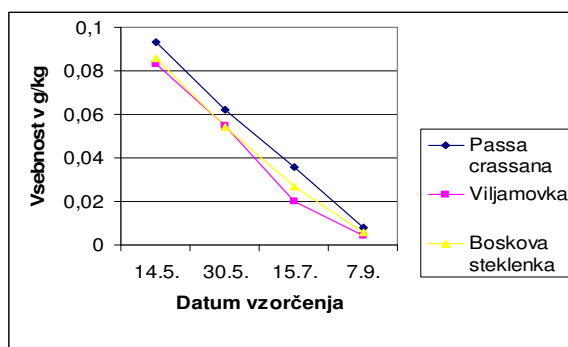
Slika 19: Povprečna vsebnost citronske kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005



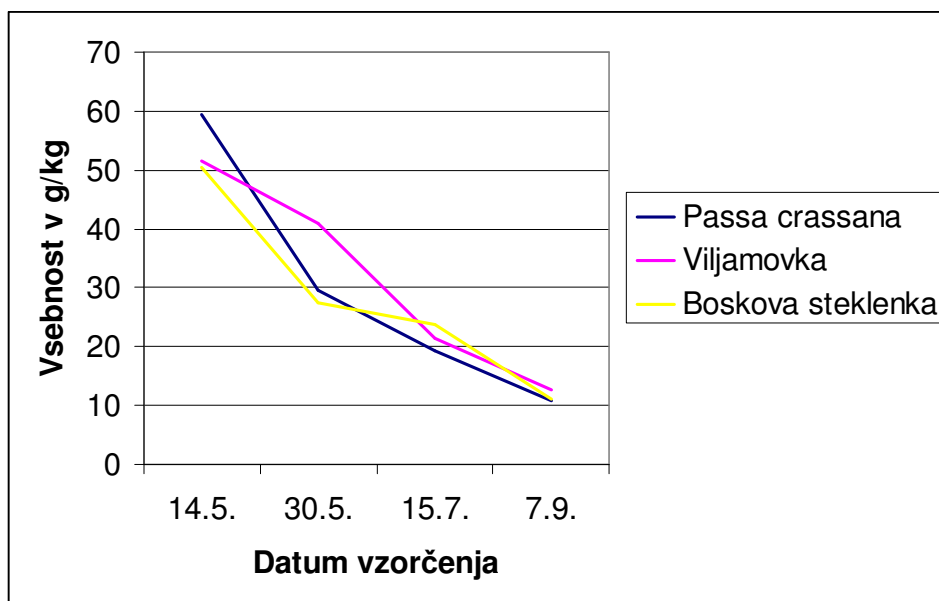
Slika 20: Povprečna vsebnost jabolčne kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 21: Povprečna vsebnost šikimske kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 22: Povprečna vsebnost fumarne kisline v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.

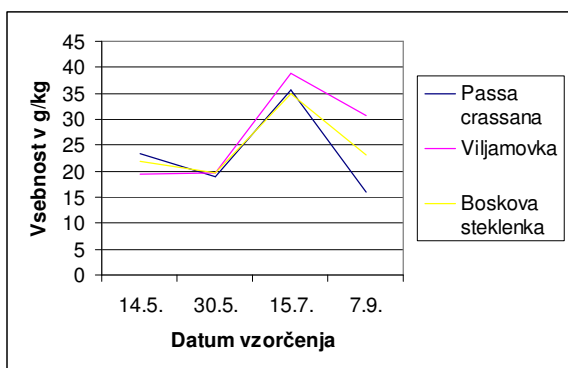


Slika 23: Povprečna vsebnost skupnih kislin v g/kg v plodovih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.

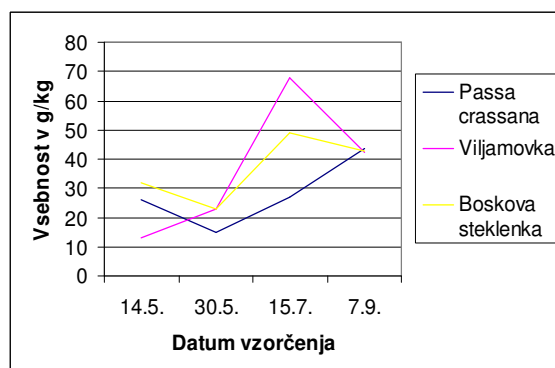
Iz slike 23 je razvidno, da se vsebnost skupnih kislin med razvojem ploda zmanjšuje.

4.4 VSEBNOST SLADKORJEV V LISTIH

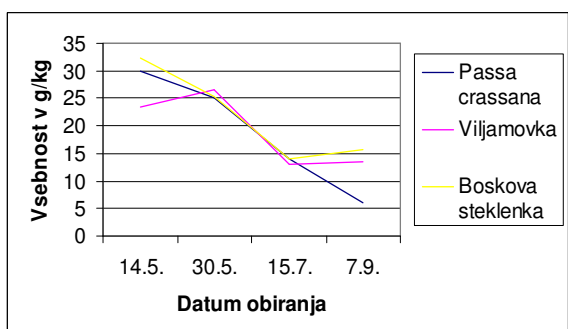
V listih smo določali vsebnost posameznih sladkorjev.



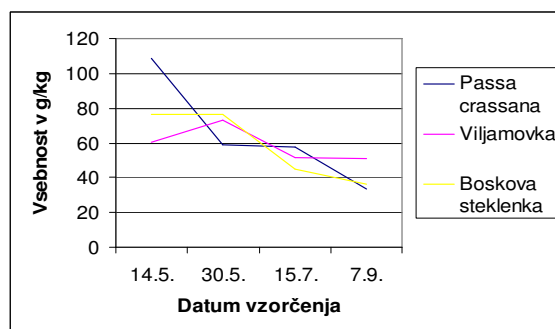
Slika 24: Povprečna vsebnost saharoze v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 25: Povprečna vsebnost glukoze v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



Slika 26: Povprečna vsebnost fruktoze v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.



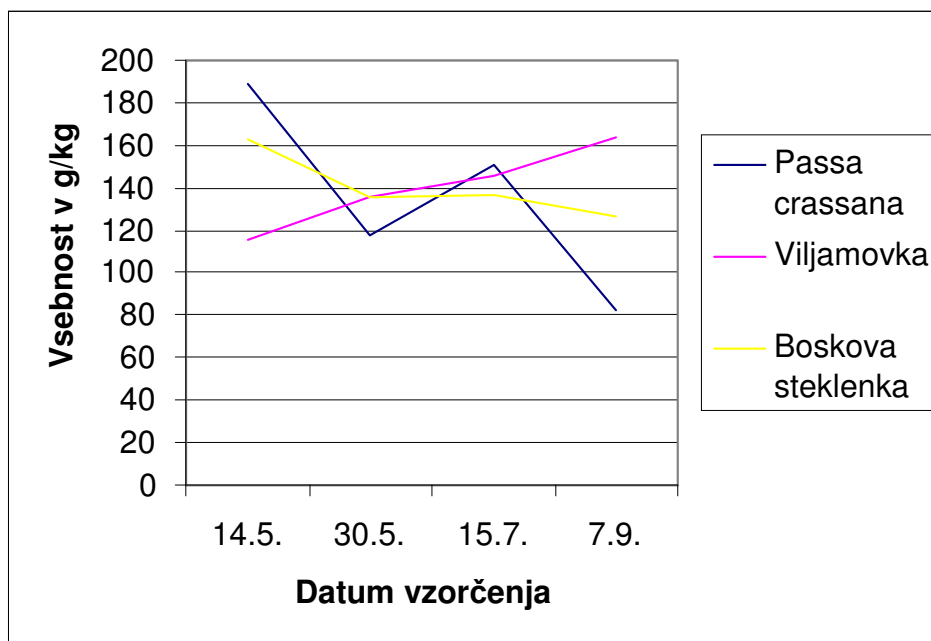
Slika 27: Povprečna vsebnost sorbitola v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.

Iz slike 24 je razvidno, da se na koncu rastne dobe vsebnost saharoze zelo zmanjša, saj se je verjetno transportirala v plodove. V maju je vsebnost saharoze v listih skoraj enaka, nato pa se v juliju zelo poveča. Proti koncu rastne dobe se vsebnost saharoze v listih zopet zmanjša.

Vsebnost glukoze pri sorti 'Viljamovka' narašča do julija, ko doseže vrh, nato pa se do septembra vsebnost zmanjšuje (slika 25). Vsebnost glukoze pri sortah 'Passa crassana' in 'Boskova steklenka' pa se do konca maja zmanjšuje, nato pa se povečuje do sredine julija, ko doseže pri sorti 'Boskova steklenka' vrh, pri sorti 'Passa crassana' pa se povečuje vse do septembra.

Povprečna vsebnost fruktoze v listih vseh treh obravnavanih sort se med rastno dobo zmanjšuje (slika 26). Verjetno se fruktoza spreminja v druge oblike sladkorjev in se nato transportira v plodove.

Vsebnost sorbitola v listih se zmanjšuje med rastno dobo, saj se le ta transportira v plodove (slika 27). Največjo izmerjeno povprečno vsebnost smo izmerili pri sorti 'Passa crassana' (108,9 g/kg).



Slika 28: Povprečna vsebnost skupnih sladkorjev v g/kg v listih pri različnih sortah hrušk med rastno dobo; Bistrica ob Sotli, 2005.

Vsebnost skupnih sladkorjev v listih sorta 'Viljamovka' med rastno dobo narašča, medtem ko se pri sorti 'Boskova steklenka' zmanjšuje (slika 28). Tudi pri sorti 'Passa crassana' se vsebnost skupnih sladkorjev med rastno dobo zmanjšuje, vendar lahko opazimo v juliju povečanje vsebnosti in nato zopet do septembra zmanjšanje.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Sadje je v prehrani ljudi zelo cenjeno predvsem zaradi bogatega okusa, arome, videza in vsebnosti hranilnih snovi in tudi vitaminov, ki pa so zelo pomembni za človeško telo. Pri vseh teh lastnostih imajo pomembno vlogo organske kisline in sladkorji, ki so zelo uporabni kot indikatorji presnovne aktivnosti v plodovih in nakazujejo spremembe v kakovostni sestavi plodov. Spremembe okusa, trdote in videza plodov so lahko posledica sprememb v vsebnosti in razmerju organskih kislin, sladkorjev in alkoholov.

Vsebnost sladkorjev v plodovih je neposredno odvisna od preskrbe z asimilati, to je od učinkovitosti fotosinteze in transporta asimilatov iz mesta nastanka v plodove (Hudina, 1999). Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih je povezana s tehnološkimi ukrepi, ki jih izvajamo v nasadu (gojitvena oblika, prehrana, asimilacijska površina, namakanje), zato je posebno pomembno spremljati vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodovih med razvojem in rastjo plodov.

Pri hruški za določanje zrelosti uporabljamo škrobni preizkus, s pomočjo penetrometra določimo trdoto ali pa s pomočjo kemijske analize ugotavljamo vsebnosti sladkorjev in organskih kislin, po katerih se določa primeren čas za obiranje.

Na vsebnost organskih kislin in sladkorjev med drugim vpliva tudi genotip sadne rastline. Na to vplivajo tudi notranji in okoljski dejavniki med razvojem plodov. Med notranje dejavnike prištevamo vsebnost klorofila, prevodno sposobnost, osmotski tlak ter število plodov na drevo. Med okoljske dejavnike pa prištevamo razpoložljivo svetlobo, toploto in vodo.

Kakovost plodov je odvisna od teksture mesa, vsebnosti sladkorjev in organskih kislin, okusa in barve. Tekstura mesa je sortna lastnost, na katero lahko vplivamo z namakanjem oziroma zadostno preskrbo z vodo. Sladkost, kislost in okus plodov so odvisni od vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in aromatskih komponent, ki pa se pri razvoju plodov spreminjajo (Doyon in sod., 1991), zato je treba spremljati kakovost sadja in pridelka s kontrolo presnove teh snovi med rastjo in razvojem plodov.

Organske kisline se sintetizirajo iz skladiščenih ogljikovih hidratov in aminokislin. V sadju se lahko nahajajo prosto raztopljeni v celičnem soku ali pa so vezane v obliki soli, estrov in glikozidov (Arfaiole in Bosetto, 1993).

Namen raziskave je bil s kemično analizo ugotoviti vsebnosti sladkorjev in organskih kislin v cvetovih, odpadlih plodičih, plodovih in listih pri različnih sortah ('Viljamovka', 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana') in ugotoviti kako se le te vsebnosti spreminjajo med rastno dobo.

5.1.1 Sladkorji

5.1.1.1 Cvetovi

Med sladkorji, ki so prisotni v cvetovih hrušk, je največ fruktoze in takoj za njo sorbitola. Povprečne vsebnosti fruktoze so znašale od 31,82 g/kg do 32,47 g/kg. V cvetovih, kjer smo določali vsebnosti sladkorjev smo ugotovili, da imajo sorte v povprečju vsebnost sorbitola med 19,97 g/kg do 43,53 g/kg. Sorta 'Viljamovka' ima največjo vsebnost sorbitola, in sicer 43,53 g/kg, ima pa najmanjšo vsebnost saharoze, ki pa je znašala 6,73 g/kg. Sorta 'Passa crassana' je vsebovala 19,97 g/kg sorbitola, saharoze pa 8,51 g/kg. Sorta 'Boskova steklenka' je vse vsebnosti sladkorjev v cvetovih imela nekje srednje vrednosti. Povprečne vsebnosti glukoze so znašale od 14,36 g/kg pa do 16,81 g/kg. Po vsebnosti skupnih sladkorjev v cvetovih izstopa sorta 'Viljamovka', ki je imela največjo vsebnost skupnih sladkorjev (99,55 g/kg). Sorti 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana' se po vsebnosti skupnih sladkorjev v cvetovih ne razlikujeta bistveno.

Dobriča (2005) je ugotovila, da je v cvetovih breskve najbolj prisoten sladkor glukoza. Pravi tudi, da cvetovi breskev vsebujejo najmanjšo vsebnost sorbitola in ta znaša v povprečju med 1,59 g/kg do 2,16 g/kg, kar je bistveno manj, kot smo ugotovili mi pri hruški.

5.1.1.2 Odpadli plodiči

Tudi v odpadlih plodičih je bilo največ fruktoze in sorbitola. Vsebnost saharoze je ravno obratna vsebnosti fruktoze. Povprečna vsebnost saharoze je bila od 10,08 g/kg pa do 14,47 g/kg. Glukoze smo izmerili od 9,77 g/kg pa vse do 21,24 g/kg. Najmanjšo vsebnost glukoze smo izmerili pri sorti 'Passa crassana', največjo pa pri odpadlih plodičih sorte 'Boskova steklenka'. Povprečna vsebnost fruktoze je bila od 27,92 g/kg ('Viljamovka') do 31,48 g/kg ('Boskova steklenka'). Sorbitola smo izmerili od 37,72 g/kg ('Viljamovka') do 65,20 g/kg ('Boskova steklenka'). Povprečne vsebnosti skupnih sladkorjev pa so dosegle vrednosti od 93,54 g/kg do 128,00 g/kg.

5.1.1.3 Plodovi

Fruktoza se nalaga enakomerno med celotno rastjo plodov (Hudina, 2000). Vsebnost le te v plodovih je bila od 7,00 g/kg do 86,24 g/kg. Obe vrednosti sta bili izmerjeni pri sorti 'Viljamovka'. V primerjavi s poskusom, ki ga je izvedla Hudina (2000), kjer je največja izmerjena količina dosegla 53,76 g/kg, so količine našega poskusa dosti večje. Vpliv na količino fruktoze ima tudi sončno obsevanje in verjetno je treba vzrok za razlike iskati v sončnem obsevanju, terminu obiranja in sorti. Vendar mi nimamo podatkov o sončnem obsevanju za lokacijo Bizeljsko.

Glukoza naj bi se sredi rastne dobe pričela zmanjševati. Zmanjšana vsebnost glukoze je v povezavi z akumulacijo škroba. Ko količina škroba doseže svoj vrh, začne padati, glukoza pa začne naraščati. Največjo povprečno vsebnost glukoze smo izmerili 14. 5. 2005, in sicer 18,7 g/kg pri sorti 'Viljamovka', najmanjšo pa 7. 9. 2005, in sicer 8,11 g/kg pri sorti 'Boskova steklenka'.

Pavlin (2004) je najmanjšo vsebnost pri sorti 'Viljamovka' izmerila 5. 8. 2002, in sicer 1,38 g/kg, največjo vrednost pa je izmerila 14. 6. 2002, in sicer 16,15 g/kg.

Saharoza se, prav tako kot fruktoza, nalaga enakomerno v plod skozi celo rastno dobo (Hudina, 2000). Najmanjšo vrednost saharoze smo izmerili pri sorti 'Viljamovka' in ta je znašala 2,71 g/kg 15. 7. 2005. Največjo povprečno izmerjeno vrednost saharoze pa smo izmerili pri sorti 'Passa crassana' (19,41 g/kg) prav tako 15. 7. 2005.

Berüter (1985) je ugotovil, da približno dva tedna po cvetenju v plodičih prevladuje sorbitol, nato pa vsebnost ostane enaka od junijskega trebljenja do zrelosti. V našem poskusu je bila vsebnost sorbitola pri vseh sortah od 18,2 g/kg do 38,15 g/kg. Pavlin (2004) pa navaja, da so bile njene vsebnosti med 2,28 g/kg in 35,28 g/kg.

Hudina (2000) je v svojem poskusu, ki je potekal v letu, ki je bilo klimatsko podobno dolgoletnem povprečju, ugotovila, da je vsebnost sorbitola v plodovih 23,35 g/kg. V našem poskusu so bile vrednosti sorbitola večje, na kar so verjetno vplivale višje temperature in manjša količina padavin. Iz dolgoletnega povprečja je razvidno, da je leta 2005 bilo v mesecu juliju in avgustu občutno manj padavin kot v dolgoletnem povprečju.

5.1.1.4 Listi

Pri količinah sorbitola v listju je zanimivo to, da ko so v plodovih največje količine so največje količine tudi v listih.

V listih, kjer smo spremljali vsebnosti sladkorjev od maja do septembra, smo ugotovili največje vsebnosti sorbitola. Največje poprečne vsebnosti smo izmerili pri sorti 'Passa crassana'. Meseca maja so njeni listi vsebovali 108,9 g/kg sorbitola, pri sorti 'Viljamovka' pa le 60,23 g/kg. Vsebnost sorbitola se je skozi rastno dobo zmanjševala in 7. 9. 2005 smo v listih sorte 'Passa crassana' izmerili le še 33,2 g/kg. Colarič (2007) v svoji disertaciji navaja, da je največje vsebnosti sorbitola v listih sorte 'Viljamovka' izmerila septembra.

Na koncu rastne dobe se vsebnost saharoze zelo zmanjša, saj se je verjetno transportirala v plodove. V maju, ko je fotosinteza zelo intenzivna, je vsebnost saharoze v listih skoraj enaka, nato pa se v juliju zelo poveča. Proti koncu rastne dobe se vsebnost saharoze v listih zopet zmanjša. Pri sorti 'Viljamovka' smo izmerili meseca maja najmanjšo vsebnost od vseh treh sort, in sicer 19,31 g/kg, na koncu rastne dobe meseca septembra pa smo izmerili

največjo vsebnost, in sicer 30,82 g/kg. Pri sorti 'Boskova steklenka' je prišlo do najmanjšega nihanja povprečne vsebnosti saharoze.

Vsebnost glukoze se je med rastno dobo povečevala, le meseca septembra se je vsebnost pri sortah 'Boskova steklenka' in 'Viljamovka' nekoliko zmanjšala. Pri sorti 'Boskova steklenka' je bila povprečna vsebnost glukoze meseca maja 32,12 g/kg, sredi julija je dosegla vsebnost 48,8 g/kg, nato pa je septembra vsebovala v listih le še 42,7 g/kg.

V listih vseh sort hrušk smo imeli vedno manj fruktoze, saj se je ta verjetno transportirala v plodove. Največjo izmerjeno povprečno vsebnost 32,45 g/kg smo izmerili pri sorti 'Boskova steklenka', najmanjšo, 6,08 g/kg, pa pri sorti 'Passa crassana' v mesecu septembru. Pavlin (2004) navaja, da je bila največja izmerjena povprečna vsebnost fruktoze pri sorti 'Viljamovka' 5,13 g/kg in najmanjša 0,03 g/kg. V našem poskusu pa je bila vsebnost fruktoze v listih med rastno dobo dosti večja.

5.1.2 Organske kisline

5.1.2.1 Cvetovi

Sorta 'Boskova steklenka' v cvetovih vsebuje več jabolčne kisline kot pa citronske. Ostali dve sorti, 'Viljamovka' in 'Passa crassana', pa vsebujeta večje vsebnosti citronske kisline, medtem ko je vsebnost jabolčne kisline manjša. Najmanjšo vsebnost jabolčne in citronske kisline med proučevanimi sortami ima sorta 'Boskova steklenka' (26,77 g/kg in 21,54 g/kg), največje vsebnosti obeh kislin pa sorta 'Viljamovka' (56,49 g/kg in 71,73 g/kg).

V cvetovih nektarin Dobrila (2005) navaja, da je bila vsebnost citronske kisline med 9,75 in 19,06 g/kg, Bratina (2005) pa poroča o večji povprečni vsebnosti te kisline v cvetovih breskev, in sicer 35,09 g/kg. Med organskimi kislinami je Godnič (2005) ugotovila največjo vsebnost citronske kisline v cvetovih hrušk, in sicer od 14,04 do 20,67 g/kg.

Podobno kot vsebnost skupnih sladkorjev je tudi vsebnost šikimske kisline v cvetovih izredno velika pri sorti 'Viljamovka' (0,51 g/kg). Najmanjšo vsebnost šikimske kisline v cvetovih ima sorta 'Boskova steklenka', 0,19 g/kg, nekoliko večjo pa sorta 'Passa crassana', 0,24 g/kg. Podobno kot pri šikimski kislini lahko ugotovimo tudi pri fumarne kisline, da je največja vsebnost fumarne kisline v cvetovih zabeležena pri sorti 'Viljamovka' (0,04 g/kg), najmanjša pa pri sorti 'Boskova steklenka' (0,01 g/kg).

5.1.2.2 Odpadli plodiči

Sorta 'Passa crassana' ima največjo vsebnost jabolčne kisline, in sicer 35,79 g/kg, sorta 'Viljamovka' pa ima največjo vsebnost citronske kisline 39,82 g/kg. Najmanjšo vsebnost tako jabolčne kot citronske kisline pa ima sorta 'Boskova steklenka'.

Med sortami obstajajo velike razlike v vsebnosti šikimske kisline v odpadlih plodičih. Največjo vsebnost šikimske kisline v odpadlih plodičih smo izmerili pri sorti 'Viljamovka' (0,93 g/kg), najmanjšo pa pri sorti 'Boskova steklenka' (0,30 g/kg).

Med sortama 'Passa crassana' in 'Viljamovka' v vsebnosti fumarne kisline v odpadlih plodičih ni razlik, saj obe sorti vsebujeta 0,024 g/kg fumarne kisline. Nekoliko manj (0,017 g/kg) fumarne kisline vsebujejo odpadli plodiči sorte 'Boskova steklenka'.

Sorta 'Boskova steklenka' ima v odpadlih plodičih daleč najmanjšo povprečno vsebnost skupnih kislin (59,52 g/kg). Sorti 'Viljamovka' in 'Passa crassana' pa imata povprečne vsebnosti skupnih kislin nekoliko večje od 70 g/kg.

5.1.2.3 Plodovi

Povprečna vsebnost citronske kisline se med razvojem ploda pri vseh treh sortah zmanjšuje. V našem primer jo je sorta 'Viljamovka' 14. 5. vsebovala 20,22 g/kg, 7. 9. pa 2,7 g/kg. Pri tej sorti pa so vsebnosti citronske kisline med rastno dobo največje. Hudina (1999) navaja, da je potek krivulje vsebnosti citronske kisline med rastno dobo ravno nasproten poteku jabolčne kisline, kar pa mi nismo ugotovili.

Tudi povprečna vsebnost jabolčne kisline se med razvojem ploda pri vseh treh sortah zmanjšuje. Na koncu doseže vrednosti od 9,61 do 9,87 g/kg. Hudina (1999) navaja, da vsebnost jabolčne kisline med počasno rastjo plodov (obdobje delitve celic) narašča, podobno kot vsebnost glukoze. V začetku julija vsebnost jabolčne kisline močno pade, nato pa se postopoma zmanjšuje, ob obiranju pa rahlo naraste.

Povprečna vsebnost šikimske kisline se med razvojem ploda pri sortah 'Passa crassana' in 'Boskova steklenka' zmanjšuje. Enako je ugotovila tudi Hudina (1999). Vsebnost šikimske kisline je pri sorti 'Viljamovka' v maju konstantna (0,012 g/kg), nato narašča do julija, ko doseže vrh (0,014 g/kg).

Pavlin (2004) navaja, da ima sorta 'Viljamovka' največjo povprečno vsebnost citronske kisline sredi julija (2,45 g/kg). V našem primeru pa jo je v tem času bilo prisotne v plodu 6,79 g/kg. V septembru je bila vsebnost citronske kisline v našem poskusu 2,7 g/kg, Pavlin (2004) pa navaja vsebnost v septembru 1,80 g/kg.

Vsebnost skupnih kislin se med razvojem ploda zmanjšuje, kar navaja tudi Hudina (1999).

5.2 SKLEPI IN PRIPOROČILA

V letu 2005 smo v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli izvedli poskus na treh sortah, 'Viljamovka', 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana'. Ugotoviti smo želeli razlike v vsebnosti sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitola) in organskih kislin (jabolčna, citronska, šikimska in fumarna) med rastno dobo med posameznimi sortami v različnih organih (cvetovi, odpadli plodiči, plodovi in listi). Vsebnost sladkorjev in organskih kislin se je razlikovala med sortami. Prav tako smo ugotovili velike razlike v vsebnosti sladkorjev in organskih kislin med različnimi organi.

Cvetovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in sorbitola, medtem ko je bila vsebnost saharoze manjša. Največ skupnih sladkorjev v cvetovih je bilo pri sorti 'Boskova steklenka'. Pri vseh sortah je citronska kislina v cvetovih zastopana v največji vsebnosti, sledijo ji jabolčna, fumarna in šikimska kislina. Največjo vsebnost citronske kisline v cvetovih je imela sorta 'Viljamovka', najmanjšo pa 'Boskova steklenka'. Jabolčna in fumarne kislina sta največjo vrednost dosegla ravno tako pri sorti 'Viljamovka', najmanjšo pri sorti 'Boskova steklenka'.

V odpadlih plodičih je bilo največ sorbitola. Največjo vsebnost smo ugotovili pri sorti 'Boskova steklenka', najmanj pa ga je vsebovala sorta 'Viljamovka'. Po zastopanosti je sorbitolu sledila fruktoza, nato saharoza in na koncu še glukoza. Ugotovili smo, da je bilo v odpadlih plodičih več organskih kislin kot v cvetovih. Največ organskih kislin smo ugotovili pri sorti 'Viljamovka', katere vrednost je bila v odpadlih plodičih v primerjavi s cvetovi skoraj za polovico večja. Od vseh sladkorjev je bilo le sorbitola več v odpadlih plodičih kot pa v cvetovih.

Plodovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in sorbitola, najmanj pa saharoze. Sorta 'Viljamovka' je vsebovala največje vsebnosti skupnih sladkorjev, za njo pa 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana'. Vsebnost skupnih sladkorjev se je med rastno dobo povečevala, medtem ko se je vsebnost skupnih kislin zmanjševala.

Rezultati so pokazali, da ravno tako kot plodovi, tudi listi sorte 'Viljamovka' vsebujejo zelo velike vsebnosti sladkorjev. Ena bolj vidnih razlik v primerjavi z ostalima dvema sortama je tudi ta, da se pri sorti 'Viljamovka' začne količina sladkorjev v listih proti koncu rastne dobe povečevati, medtem ko se začne pri ostalih dveh sortah zmanjševati.

Primerjave vrednosti fruktoze v plodovih in listih kažejo, da gre za obratno sorazmerje: ko je v plodu največ fruktoze, jo je v listih najmanj. Enako je tudi pri saharozi: ko jo je v listih največ, jo je v plodovih najmanj. Malo drugače je pri sorbitolu: ko ga je v plodovih največ, ga je tudi v listih največ.

Velik vpliv na samo sestavo imajo tudi okolske razmere v opazovanem letu. Pomanjkanje padavin in visoke temperature so vplivale na povečano vsebnost sorbitola v plodovih.

6 POVZETEK

V letu 2005 smo v nasadu hrušk v Bistrici ob Sotli v Zaselku Zagaj, izvedli poskus na treh sortah hrušk (*Pyrus communis* L.): 'Viljamovka', 'Boskova steklenka' in 'Passa crassana'. S HPLC analizo smo ugotavljali razlike v vsebnosti sladkorjev (fruktoze, glukoze, saharoze in sorbitola) in organskih kislin (jabolčna, citronska, šikimska in fumarna) med rastno dobo med posameznimi sortami v cvetovih, odpadlih plodičih, plodovih in listih.

Ugotovili smo, da obstajajo razlike med posameznimi sortami tako v vsebnosti sladkorjev kot tudi vsebnosti organskih kislin. Prav tako smo ugotovili velike razlike v vsebnosti sladkorjev in organskih kislin med različnimi organi.

Cvetovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in sorbitola. Največ skupnih sladkorjev v cvetovih je bilo pri sorti 'Boskova steklenka'. Pri vseh sortah je najbolj zastopana citronska kislina sledijo ji jabolčna, fumarna in šikimska kislina. Največjo vsebnost citronske kisline v cvetovih je imela sorta 'Viljamovka', najmanjšo pa 'Boskova steklenka'. Jabolčna in fumarne kislina sta največjo vrednost dosegla ravno tako pri sorti 'Viljamovka', najmanjšo pri sorti 'Boskova steklenka'.

V odpadlih plodičih je bilo največ sorbitola, sledijo fruktoza, saharoza in glukoza. Ugotovili smo, da je bilo v odpadlih plodičih več organskih kislin kot v cvetovih. Največ organskih kislin smo ugotovili pri sorti 'Viljamovka'. Od vseh sladkorjev je bilo le sorbitola več v odpadlih plodičih kot pa v cvetovih.

Plodovi so v povprečju vsebovali največ fruktoze in sorbitola, najmanj pa saharoze. Pomanjkanje padavin in visoke temperature so vplivale na povečano vsebnost sorbitola. Vsebnost skupnih sladkorjev se je med rastno dobo povečevala, medtem ko se je vsebnost skupnih kislin zmanjševala.

Sorta 'Viljamovka' je med vsemi tremi sortami vsebovala v septembru največ skupnih sladkorjev v listih (163,5 g/kg) kot tudi v plodovih (126,9 g/kg) in tudi največ skupnih organskih kislin v plodovih (12,60 g/kg).

Ugotovili smo, da ko je v plodu največ fruktoze in saharoze, ju je v listih najmanj. Pri vsebnosti sorbitola pa je ravno nasprotno. Ko ga je v plodovih največ, ga je tudi v listih največ.

7 VIRI

- Arfaiole P., Bosetto M. 1993. Time changes of free organic acid contents in seven Italian pear (*Pyrus communis*) varieties with different ripening times. *Agriculturae Mediterranea*, 123: 224-230
- Berüter J. 1985. Sugar accumulation and changes in the activities of related enzymes during development of the apple fruit. *Journal of Plant Physiology*, 121: 331-341
- Bieleski R. L. 1969. Accumulation and translocation of sorbitol in apple phloem. *Australian Journal of Biological Science*, 22: 611-620
- Bratina P. 2005. Vsebnost primarnih metabolitov v cvetovih breskev (*Prunus persica* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 59 str.
- Buchloh G., Neubeller, J. 1969. Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Zuckern und Zuckeralkoholen in einigen Obstfrüchten mittels Gaschromatographie. *Erwerbsobstbau*, 11: 22-27
- Chong C., Taper, C. D. 1970. Daily variation of sorbitol and related carbohydrates in *Malus* leaves. *Canadian Journal of Botany*, 49: 173-177
- Colarič M. 2007. Vsebnost izbranih metabolitov v listih in plodovih hruške (*Pyrus communis* L.) sort 'Williams' and 'Conference' glede na arhitektonsko zgradbo rodne veje. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 59 str.
- Colarič M., Veberič R., Štampar F., Hudina M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *Journal of Science Food and Agriculture*, 85: 2611-2616
- Colarič M., Štampar F., Hudina M. 2007a. Effects of branch bending on the level of carbohydrates and phenolic compounds in 'Conference' pear leaves. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 82, 5: 815-821
- Colarič M., Štampar F., Hudina M. 2007b. Content levels of various fruit metabolites in 'Conference' pear response to branch bending. *Scientia Horticulturae*, 113: 261-266
- Črnko J., Lekšan M., Smole J., Oblak M., Peric V., Solar A., Modic D., Vesel V., Adamič F. 1990. Naš sadni izbor. Najustreznejše sorte za vaš sadovnjak. Ljubljana, Kmečki glas: 244 str.
- Dobriča M. 2005. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetovih nektarin (*Prunus persica* var. *nucipersica* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 40 str.

- Doyon G., Gaudreau G., St.-Gelais D., Beaulieu Y., Randall C. J. 1991. Simultaneous HPLC determination of organic acids, sugars and alcohols. *Canadian Institute of Food Science and Tehnology Journal*, 24, 1/2: 87-94
- Ferreira R. M. B., Teixeira, A. R. N. 1993. Ripening of fruit. V: *Encyclopedia of food science, food technology and nutrition*: vol. 5. London, Academic Press: 3469-3472
- Gliha R. 1997. Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji. Zagreb, Fragaria d.o.o.: 278 str.
- Godec B., Hudina M., Ileršič J., Koron M., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Sadni izbor za Slovenijo 2002. Krško, Revija SAD: 143 str.
- Godnič A. 2005. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v cvetovih hrušk (*Pyrus communis* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 26 str.
- Gorinstein S., Martin-Belloso O., Lojek A., Ciz M., Soliva-Fortuny R., Park Y. S., Caspi A., Libman I., Trakhtenberg S. 2002. Comperative content of some phytochemicals in Spanish apples, peaches and pears. *Journal of Sience, Food and Agriculture*, 82: 1166-1170
- Gvozdrenović D. 1989. Od obiranja sadja do prodaje. Ljubljana, Kmečki glas: 291 str.
- Gvozdrenović D., Dulić K., Lombergar F. 1988. Gosti sadni nasadi. Ljubljana, Kmečki glas: 255 str.
- Hansen P. 1967. ¹⁴C-studies on apple trees. I. The effect of the fruit on the translocation and distribution of photosynthates. *Physiologia Plantarum*, 20: 382-391
- Hudina M. 1994. Vpliv opraševalnih kultivarjev na oploditev pri hruški (*Pyrus communis* L.) cv. 'Passa crassana', 'Viljamovka', 'Conference', 'Packham's triumph' in 'Boskova steklenka'. *Sad*, 4: 2-5.
- Hudina M. 1999. Vpliv vodnega režima, prehrane, listne površine in rastne dobe na vsebnost sladkorjev in organskih kislin v hruškah (*Pyrus communis* L.) cv. 'Viljamovka'. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 151 str.
- Hudina M. 2000. Spremembe vsebnosti sladkorjev in organskih kislin pri hrušksh (*Pyrus communis* L.) kultivar 'Viljamovka' med rastno dobo. *SAD*, 11, 9: 109-114
- Ito A., Yaegaki H., Hayama H., Kusaba S., Yamaguchi I., Yoshioka H. 1999. Bending shoots stimulates flowering and influences hormone levels in lateral buds of Japanese pear. *HortScience*, 34: 1224-1228

- Ito A., Yoshioka H., Hayama H., Kashimura Y. 2004. Reorientation of shoots to the horizontal position influences the sugar metabolism of lateral buds and shoot internodes in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm.) Nak.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79: 416-422
- Ito J. 2002. Changes in water relations induced by CO₂ enrichment govern diurnal stem and fruit diameters of Japanese pear. *Plant Science*, 16: 1169 – 1176
- Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Babnik M., Koron D. 1995. Sadni vrt. Ljubljana, Kmečki glas: 375 str.
- Johnson J. M. 1993. Fructose. V: *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*: vol. 3. London, Academic Press: 2080-2083
- Klimatski podatki za 30 letno obdobje. 2008. ARSO.
http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/podneb_30_tabele.html
(20. 10. 2008)
- Košmelj B. 1994. Statistika. Ljubljana, DZS: 235 str.
- Loesher W. H. 1987. Physiology and metabolism of sugar alcohols in higher plants. *Physiol. Plantarum*, 70: 553-557
- Mesečni bilten ARSO. 2005.
http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knjiznica/publikacije/Mesecni_bilten-2005.html
(20. 10. 2008)
- Mesečni bilten ARSO. 2006.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knjiznica/mesečni%20bilten/bilten2006.htm>
(20. 10. 2008)
- Mesečni bilten ARSO. 2007.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knjiznica/mesečni%20bilten/bilten2007.htm>
(20. 10. 2008)
- Noller C. 1957. Kemija organskih spojeva. Zagreb, Tehnička knjiga Zagreb: 975 str.
- Pavlin K. 2004. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin pri sortah hrušk (*Pyrus communis* L.) 'Viljamovka', 'Conference' in 'Concorde'. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 56 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 699 str.

Podatki za nekatere postaje v obdobju 1991 – 2000. 2008. ARSO.

http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/podneb_10_tabele.html
(24. 2. 2008)

Povzetki klimatoloških analiz letne in mesečne vrednosti za nekatere postaje v obdobju 1991 – 2006. 2008. ARSO.

http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/klima1991_2004.html (20. 10. 2008)

Pungerčar T. 2001. Analiza sladkorjev in organskih kislin pri kultivarjih jablane (*Malus domestica* Borkh.). Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 81 str.

Reid M. S., Bieleski, R. L. 1974. Sugar changes during fruit ripening – whither sorbitol?. V: Mechanism of regulation of plant growth. Bieleski R. L., Ferguson A. R., Cresswell M. M. (eds.) Bulletin 12. Wellington, New Zealand, Roy. Soc. New Zealand: 823-830

Scott F. 1993. Glucose. V: Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition: vol. 3. London, Academic Press: 2201-2206

Seymour G., Taylor J., Tucker G. 1993. Biochemistry of Fruit Ripening. London, Chapman & Hall: 545 str.

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Vemmos S. N. 1995. Carbohydrate changes in flowers, leaves, shoots and spurs of 'Cox's Orange Pippin' apple during flowering and fruit setting periods. Journal of Horticultural Science, 70, 6: 889-900

Žorž M. 1991. HPLC. Ljubljana, samozaložba: 154 str.

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorici izr. prof. dr. Metki HUDINA za spodbudo, strokovno vodstvo in pomoč med študijem in pri nastajanju diplomskega dela. Iskrena hvala tudi za darovane vzorce iz svojega nasada in tehnično izvedbo poskusa.

Zahvala gre tudi prof. dr. Francu BATIČ za pregled in zagovor ter članu komisije doc. dr. Robertu VEBERIČ za koristne pripombe in pregled diplomskega dela.

Posebna hvala staršem in vsem, ki ste mi kakor koli pomagali med študijem in pri nastajanju diplomskega dela.